BETON TULANGAN BAMBU SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI BALOK DAN KASAU DARI KAYU

F.X. Gunarsa Irianta
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang Semarang 50275
Sipil.polines@yahoo.co.id

Abstract
The significant increase of wood price has resulted in the need for alternative material which can replace wood. This study is concerned with the use of bamboo-structured concrete as an alternative to balok (12x6cm beam) and "kasau" (7x5cm beam). The concrete balok and kasau are made from mixture of cement, sand and sawdust. The bamboo structure is used to support its pull-strength and bend-strength while the saw waste is put into the mixture to reduce the weight of the resulting balok or kasau. The balok test indicates a maximum bend-strength of 51.479kg/cm^2 and the kasau test indicates a maximum bend-strength of 46.145kg/cm^2, making both types of concrete not complying with the requirement as second class wood (725-1,100kg/cm^2). The highest mixture strength pressure at 1Pc : 3Ps : 2 Gr is 53.48kg/cm^2 and the lowest at 1Pc : 2.5Ps : 3 Gr is 21.48kg/cm^2. The study suggests that bamboo-structured concrete as an alternative to balok and kasau needs to be further examined and developed.

Keywords *: alternative material, bend-strength, balok and kasau.*

PENDAHULUAN

Naiknya harga bahan bakar minyak (BBM) mendorong harga bahan bangunan menjadi mahal, termasuk naiknya harga kayu sebagai bahan dasar pembuatan rumah tinggal. Kayu yang berupa balok dan kasau dipakai untuk konstruksi rumah bayak didatangkan dari daerah luar pulau Jawa, seperti Kalimantan, Sumatera, dan Sulawesi. Lonjakan harga kayu yang signifikan mendorong untuk mencari bahan alternatif yang dapat menggantikan kayu sehingga harganya dapat terjangkau oleh masyarakat. Banyak cara dan upaya yang telah dilakukan di antaranya memanfaatkan penggunaan kayu lokal, namun hasilnya belum maksimal.

Menurut Wakil Gubernur Jawa Tengah dalam sambutannya pada pembukaan "Semiloka Penguatan Kelembagaan Riptek dalam Upaya Peningkatan Peran Iptek dalam Pembangunan Daerah" Kamis, 26 Januari 2006, diungkapkan bahwa Jawa Tengah di tahun 2005 telah mengalami bencana alam beberapa macam, di antaranya banjir 17 kali, tanah longsor 37 kali, angin puyuh 21 kali, dan kebakaran 38 kali, selain merugikan masyarakat (harta benda dan nyawa) juga infrastruktur pemerintah.

Kebakaran yang terjadi pada rumah-rumah penduduk di lingkungan padat menyebabkan kerugian yang sangat besar karena hampir seluruhnya kebakaran terjadi pada malam hari sewaktu penduduk tidur lelap atau ditinggal penghuninya bekerja sehingga semua harta yang dimiliki ludes terbakar bersama bangunan rumah, tidak ada yang dapat diselamatkan. Akibat penanganan dinas pemadam kebakaran yang terlambat ditambah akses jalan menuju lokasi kebakaran yang sempit dan jauh akan memperparah kondisi bangunan rumah yang terbakar.

Dari permasalahan tersebut peneliti mencoba mengkaji dengan membuat balok dan kasau dari bahan beton tulangan bambu. Bahan yang dipakai menggunakan bahan yang mudah

didapat dan murah harganya, seperti bambu, limbah gergajian, pasir, dan semen. Bambu diperlukan untuk menambah kuat tarik dan kuat lentur balok dan kasau. Seperti layaknya konstruksi beton bertulang, pasir dan semen merupakan bahan beton yang digunakan untuk menyelimuti tulangan bambu dan membentuk penampang balok dan kasau, sedangkan limbah gergajian dicampurkan ke dalam adukan semen pasir untuk mengurangi berat sendiri dari balok dan kasau.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kuat lentur balok ukuran 6/12 dan kasau ukuran 5/7, menentukan proporsi campuran antara semen, pasir, dan serbuk gergajian kayu apakah dapat memenuhi syarat mutu kayu kelas II (menurut SK SNI M - 25 – 1991 – 03 kuat lentur mutlak 725 - 1100 kg/cm^2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya terhadap pemanfaatan potensi bahan lokal limbah gergajian dan bambu, serta dapat dipakai untuk bahan dalam pembuatan rumah tinggal sederhana, karena balok dan kasau ini mudah dibuat, mudah dikerjakan, dan murah harganya (Suwanto, 1999).

Jenis bahan bangunan dari beton (bahan perekat semen), ditinjau dari berat volume dibagi menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu bahan bangunan beton berat (*heavy weight*) dan bahan bangunan beton ringan (*light weight*). Pengelompokan berdasarkan berat volume yaitu di atas 1200 km/cm³ termasuk unsur bahan bangunan berat, dan yang kurang dari 1200 km/cm³ termasuk bahan bangunan ringan.

Mengenai bentuk unsur bangunan beton, tergantung cara pemakaiannya yaitu ada yang tebal, tipis, bentuk balok, bentuk lembaran, bentuk pipa, kepingan, bentuk balok atau bata dan lain sebagainya.

Beberapa macam bentuk bahan bangunan dari semen :

a. Berbentuk bata atau *block*.
   Bata tanah semen (*soil cement block*), Batako (bata tras kapur), bata beton, bata unyuk lantai atau jalan (*paving block*), dan lain sebagainya.
b. Berbentuk kepingan, atau ubin.
   Ubin semen biasa, ubin teraso, ubin warna, dan dilihat dari corak permukaan ubinnya. Genteng beton atau kepingan semen asbes dibuat semacam sirap.
c. Berbentuk lembaran.
   Serat semen untuk langit-langit, asbes semen baik untuk langit - langit, atap (model rata seperti plat, atau bergelombang), atau untuk dinding.
d. Berbentuk pipa
   Pipa beton tanpa tulangan, atau pipa beton dengan tulangan (buis beton).
e. Berbentuk balok atau tiang
   Tiang beton untuk kabel listrik, tiang pancang, atau balok jembatan.
f. Bentuk-bentuk khusus (dibuat berdasarkan pesanan).
   Bak-bak beton, closet, septiktank, talang, blok beton pembatas jalan, saluran terbuka, dan lain sebagainya.

Di samping pengelompokan menurut bentuknya, terdapat pula penamaan unsur bangunan menurut proses, sifat, atau bahan yang dipakai dimana kita mengenal dipasaran seperti : bata kapur pasir, CELCO (*Cellular Concrete*) YUMEN (lembaran atau potongan yang terbuat dari pecahan kayu dan semen), papan semen wool kayu, beton bermis (beton dari batu apung), bata sekam padi, *ferro cement*, dan lain sebagainya (Kusdiyono, 1999).

Sifat fisik bambu dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa kuat lekat tulangan bambu (betung) yang dilapisi cat dapat mencapai 1,0 MPa, sedangkan yang dilapisi aspal banyak terjadi slip (penggelinciran). Dalam satu batang bambu sifat mekaniknya berbeda-beda maka disarankan bahan tulangan diambilkan hanya bagian luar (kira-kira 30% tebal dari bambu bagian pangkal dan 50% tebal dari bambu bagian tengah atau ujung). Dari berbagai jenis bambu yang telah diteliti kuat lekatnya ternyata bambu betung mempunyai kuat lekat yang paling tinggi, yaitu sekitar 1,1 MPa (dipilin). Kuat lekat bambu apus, ori dan wulung hampir sama,

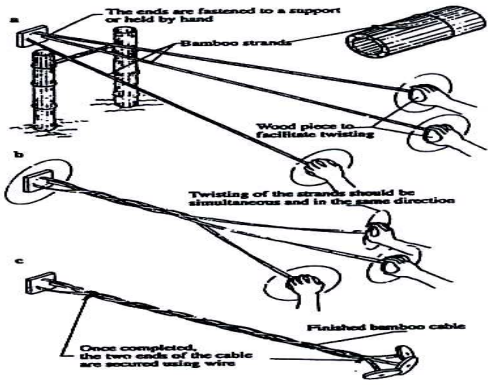
yaitu sekitar 0,6 MPa. Kalau dilihat keterkaitannya antara kuat lekat ini dan sifat kembang susut bambu, ternyata kembang susut bambu betung paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis bambu tersebut (Triwiyono, 2000).

Penggunaan bambu sebagai material konstruksi selama ini masih ersifat sekunder seperti perancah, reng, atap, dinding. Kenyataan ini lebih disebabkan minimnya pengetahuan masyarakat kita mengenai sifat-sifat mekanik dan fisik struktur bambu.

Menurut Ghavani (1998), bagian luar batang bambu relatif lebih kedap air bila dibandingkan dengan bagian dalam, serta memiliki kekuatan tarik hampir tiga kalinya bagian dalam. Berdasarkan kenyataan tersebut dibuatlah struktur pilihan yang dibentuk dengan cara memilin beberapa serat bagian luar menjadi satu seperti struktur kabel.

Bambu dipotong menjadi tiga bagian yaitu pangkal, tengah dan ujung. Masing-masing bagian dibelah memanjang selebar 4 - 5 mm, dari belahan diambil sepertiga dari sisi luarnya atau kurang lebih 3 - 4 mm. Sebuah tulangan bambu pilinan diperlukan dua atau tiga serat dengan cara dipilin. Proses pemilinan seperti Gambar 1 (Awaludin, 2000).

Kuat tarik kulit bambu hampir sama dengan kuat tarik baja tulangan bahkan lebih tinggi. Hasil pengujian 3 spesies bambu, Gigantochloa apus Kurz, Gigantochloa Verticillata Munro, dan Dendrocalamus asper Backer kuat tarik kisaran 1180-2750 Kg/cm² (Siswanto, 2000).



Gambar 1.Proses PemilihanTulangan Bambu

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa balok dan kolom yang menggunakan tulangan bambu mengalami tegangan tarik yang tinggi Gambar 1. Proses Pemilinan Tulangan Bambu jika regangan tariknya cukup besar dan retak pada beton cukup lebar serta lendutan yang besar (Triwiyono, 2000).

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian diperlukan bahan seperti semen, pasir, serbuk gergajian kayu, air, besi tulangan Ø 6 mm untuk sengkang, kawat bendrat, dan bilah bambu, sedangkan peralatan, seperti timbangan, cawan, mikser (pengaduk mortar), cetakan kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm berikut pemadatnya dan cetakan balok serta kasau, mesin uji tekan, mesin uji lentur, dan alat pendukung lainnya, seperti gelas ukur, sendok aduk, sendok mortar, dan jidar.

Proses penelitian ini dibagi menjadi lima tahapan, yaitu tahap persiapan, pencampuran dan pengadukan, pencetakan, perawatan, tahap pemeriksaan dan pengujian. Dalam tahap persiapan dilakukan pengelompokan bahan yang digunakan sesuai dengan proporsi perbandingan, yaitu semen portland : pasir : serbuk gergajian kayu (Tabel 1).

Tabel 1. Perbandingan Campuran Bahan

No	Perbandingan Campuran		
	Semen	Pasir	Serbuk Gergajian
1	1,0	2,0	2,0
2	1,0	2,0	2,5
3	1,0	2,0	3,0
4	1,0	2,5	2,0
5	1,0	3,0	2,0
6	1,0	2,5	2,5
7	1,0	3,0	2,5
8	1,0	3,0	3,0

Semua bahan ditimbang berdasarkan perbadingan berat dan dilakukan untuk semua benda uji lentur dan benda uji tekan.Untuk mendapatkan jumlah air yang dipakai dalam adukan perlu dicari terlebih dahulu konsistensi normal adukan semen, pasir, dan serbuk gergajian yaitu antara 100 % - 130 %. Bila sudah tercapai konsistensi normal, maka jumlah air yang dipakai untuk pembuatan benda uji sesuai dengan air yang didapat pada uji konsistensi normal.

Tahap pencampuran dan pengadukan dilakukan dengan penimbangan bahan sesuai proporsi dan kelompokny,a kemudian bahan tersebut dimasukkan kedalam mikser (mesin pengaduk mortar). Selanjutnya, air dituang ke dalam mikser lebih kurang 2/3 jumlah air pengaduk, kemudian dilakukan pengadukan apabila telah dicapai pengadukan yang merata. Bila dipandang masih kaku, maka sisa air pengaduknya dapat dimasukkan semuanya. Pengadukan dihentikan apabila sudah diperoleh adukan yang homogen dan merata.

Dalam tahap berikut adalah tahap pencetakan. Tahap ini diawali dengan pembuatan benda uji kuat lentur kayu buatan, yaitu pengisian ke dalam cetakan didahului dengan memasukkan rangkaian tulangan bilah bambu dan dijaga agar tidak menempel pada dinding cetakan. Pengisian dukan ke dalam cetakan dilakukan secara bertahap sambil dipadatkan hingga penuh. Kemudian permukaan diratakan dengan jidar untuk memperoleh permukaan yang rata dan halus. Pembuatan benda uji kuat tekan digunakan cetakan berbentuk kubus dengan sisi 5 cm x 5 cm x 5 cm yang terbuat dari baja. Adukan semen, pasir, dan serbuk gergajian dimasukkan ke dalam cetakan dalam dua lapisan, yaitu lapisan pertama diisi ½ dari tinggi cetakan kemudian ditumbuk 16 kali, setelah itu diisi lagi untuk lapis kedua dan ditumbuk 16 kali lagi, kemudian diratakan bagian atasnya.

Tahap berikutnya dilakukan dengan perawatan. Selesai pencetakan kayu buatan dan didiamkan 1 satu hari dibiarkan hingga mengeras. Cetakan dapat dilepas, kemudian balok dan kasau yang selesai dicetak ditempatkan pada daerah yang terlindung dan lembab selama 28 hari. Untuk benda uji kuat tekan adukan cetakan dibuka setelah umur 1 hari kemudian direndam dalam air.

Tahap pemeriksaan dan pengujian merupakan tahapan terakhir. Dalam tahap ini pengujian kuat tekan adukan berikut kuat lentur balok dan kasau dilakukan pada umur 28 hari. Semua benda uji dilakukan penimbangan terlebih dahulu dan prosedur pengujian sesuai dengan SK SNI M - 25 – 1991 – 03 (Kusdiyono, 2001)

HASIL

Pemeriksaan ukuran, berat balok dan pengujian kuat lentur balok diperoleh hasil seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Uji Kuat Lentur Balok (6/12)

Kode Campuran	Panjang (cm)	Ukuran Lebar (cm)	x	Tebal (cm)	Berat (gram)	Beban Max (kg)	Kuat Lentur (kg/cm2)
1Pc:2Ps: 2Gr	98.26	11.98		6.01	10760.00	159.55	49.538
1Pc:2Ps: 2.5Gr	98.34	12.04		5.89	10164.00	159.02	51.479
1Pc:2Ps: 3Gr	98.42	12.11		6.09	9728.00	146.99	44.263
1Pc:2.5Ps: 2Gr	98.42	12.28		6.10	9544.00	112.47	33.214
1Pc:2.5Ps: 2.5Gr	98.52	12.46		6.17	11608.00	172.10	48.899
1Pc:2.5Ps: 3Gr	98.50	12.43		6.18	11080.00	177.85	50.576
1Pc:3Ps: 2Gr	98.44	12.42		5.98	10388.00	143.33	43.626
1Pc:3Ps: 2.5Gr	98.54	12.46		6.10	10672.00	97.83	28.581
1Pc:3Ps: 3Gr	98.48	12.30		6.25	10870.00	158.24	44.558

Untuk kasau 5/7 pemeriksaan ukuran, berat kasau dan pengujian kuat lentur diperoleh hasil seperti Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Uji Kuat Lentur Kasau (5/7)

Kode Campuran	Panjang (cm)	Ukuran Lebar (cm)	x	Tebal (cm)	Berat (gram)	Beban Max (kg)	Kuat Lentur (kg/cm2)
1Pc:2Ps: 2Gr	98.50	6.98		5.20	5112.00	45.25	32.560
1Pc:2Ps: 2.5Gr	98.33	7.06		5.01	4850.00	41.19	31.544
1Pc:2Ps: 3Gr	98.48	7.22		4.98	4432.00	28.51	21.594
1Pc:2.5Ps: 2Gr	98.42	7.15		5.10	4284.00	20.66	15.128
1Pc:2.5Ps: 2.5Gr	98.40	7.28		5.10	5568.00	46.29	33.083
1Pc:2.5Ps: 3Gr	98.43	7.33		5.01	5400.00	63.10	46.145
1Pc:3Ps: 2Gr	98.50	7.25		5.02	5164.00	45.25	33.751
1Pc:3Ps: 2.5Gr	98.52	7.30		5.00	4920.00	29.55	21.809
1Pc:3Ps: 3Gr	98.43	7.20		5.00	4985.00	31.06	23.341

Hasil pengujian kuat tekan campuran beton untuk pembuatan balok dan kasau seperti Tabel 4.

Tabel 4. Uji Kuat Tekan Campuran Beton

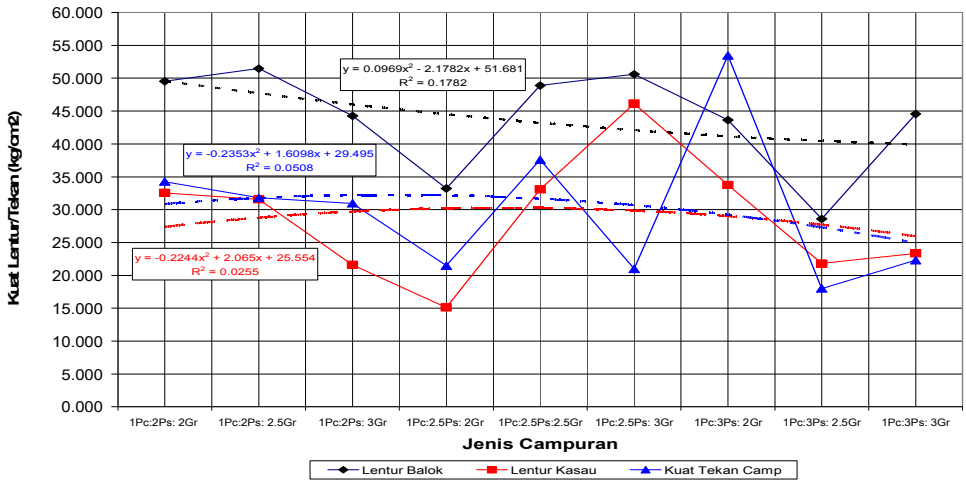
Kode Campuran	Panjang (cm)	Ukuran Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gram)	Beban Max (kg)	Kuat Tekan (kg/cm2)
1Pc:2Ps: 2Gr	10.00	10.07	10.00	1462.00	3450.00	34.26
1Pc:2Ps: 2.5Gr	10.00	10.07	10.03	1402.33	3200.00	31.78
1Pc:2Ps: 3Gr	9.97	10.03	10.00	1393.00	3100.00	30.96
1Pc:2.5Ps: 2Gr	10.03	10.03	10.03	1508.67	2166.67	21.48
1Pc:2.5Ps: 2.5Gr	10.07	10.07	10.07	1541.33	3800.00	37.59
1Pc:2.5Ps: 3Gr	10.00	10.00	10.07	1333.33	2100.00	21.00
1Pc:3Ps: 2Gr	10.07	10.10	10.07	1713.67	5433.33	53.48
1Pc:3Ps: 2.5Gr	10.00	10.00	10.00	1515.00	1800.00	18.00
1Pc:3Ps: 3Gr	10.07	10.03	10.00	1493.33	2250.00	22.30

PEMBAHASAN

Pemeriksaan ukuran benda uji balok didapat panjang 98.26 - 98.54 cm, lebar 11.98 – 12.46 cm sedang tebal 5.89 – 6.25 cm, berat balok 9728 – 11608 gram. Hasil pengujian kuat lentur balok 28.581 – 51.479 kg/cm². Kuat lentur balok tertinggi pada campuran 1Pc : 2Ps : 2.5 Gr sebesar 51,479 kg/cm² ternyata masih belum memenuhi syarat kuat lentur minimum kayu kelas II (725-1100 kg/cm²).

Pemeriksaan ukuran benda uji kasau didapat panjang 98.33 - 98.52 cm, lebar 6.98 – 7.33 cm sedang tebal 4.98 – 5.20 cm, berat kasau 4284 – 5568 gram. Hasil pengujian kuat lentur kasau 15.128 – 46.145 kg/cm². Kuat lentur kasau tertinggi pada campuran 1Pc : 2.5 Ps : 3 Gr sebesar 46,145 kg/cm² juga tidak memenuhi syarat kuat lentur minimum kayu kelas II (725-1100 kg/cm²).

Pemeriksaan ukuran benda uji campuran beton yang dipakai dalam pembuatan balok dan kasau didapat panjang 9.97 – 10.07 cm, lebar 10.00 – 10.10 cm sedangkan tebal 10.00 – 10.07 cm, berat kubus 1333.33 – 1713.67 gram. Kuat tekan kubus beton 21.00 – 53.48 kg/cm². Kuat tekan campuran beton tertinggi pada campuran 1Pc : 3 Ps : 2 Gr sebesar 53,48 kg/cm².



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Lentur, Kuat Tekan dan Jenis Campuran

Pembacaan grafik hubungan antara jenis campuran terhadap kuat lentur balok diperoleh nilai regresi Y = 0.0969 X² - 2.1782X + 51.681, dengan korelasi R² = 0.1782, sedang nilai regresi pada kasau Y = -0.2244 X² + 2.065X + 25.554, dan korelasi R² = 0.0255. Pembacaan grafik hubungan antara jenis campuran terhadap kuat tekan diperoleh nilai regresi Y = -0.2353 X² + 1.6098X + 29.495 dan korelasinya R² = 0.0508.

Nilai korelasi pada grafik relatif sangat kecil jauh dari + 1,00 atau – 1,00 berarti tidak memiliki korelasi antara kuat lentur maupun kuat tekan terhadap jenis campuran beton.

SIMPULAN

Hasil pengujian kuat lentur dan kuat tekan campuran pada kayu buatan dapat disimpulkan sebagai berikut. Semua kayu hasil penelitian baik bentuk balok dan kasau tidak memenuhi kuat lentur minimum menurut persyaratan, untuk kayu kelas II kuat lentur 725-1100 kg/cm². Kuat lentur balok hasil pengujian tertinggi campuran 1Pc : 2Ps : 2.5 Gr sebesar 51,479 kg/cm² dan terendah 28,581 kg/cm² pada campuran 1Pc : 3Ps : 2.5 Gr. Kuat lentur kasau hasil pengujian tertinggi campuran 1Pc : 2.5 Ps : 3 Gr sebesar 46,145 kg/cm² terendah 15,128 kg/cm² pada campuran 1Pc : 2.5Ps : 2 Gr. Kuat tekan campuran beton tertinggi campuran 1Pc : 3 Ps : 2 Gr sebesar 53,48 kg/cm², terendah campuran 1Pc : 2.5 Ps : 3 Gr sebesar 21,48 kg/cm².

Berdasarkan hasil penelitian ini perlu diberikan saran berikut. Kuat lentur kayu buatan dipengaruhi banyak faktor mulai dari pembuatan tulangan, perangkaian tulangan, pencetakan, pemadatan, kadar air dalam campuran, perawatan, dan teknik pengujian. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berbagai variasi proporsi campuran dan jenis bahan yang dipakai agar dapat meningkatkan kualitas kayu buatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah berkenan menyetujui dan memberikan dukungan dana guna penelitian ini, Direktur Politeknik Negeri Semarang, Ketua UP2M, Ketua Jurusan Teknik Sipil, dan Ketua Laboratorium Bahan Bangunan Sipil Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan menggunakan fasilitas laboratorium untuk pengujian guna mendapatkan data penelitian dan semua pihak yang telah membantu selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Awaludin Ali, Afrianto A.N. 2000. *Pilinan Serat Bambu sebagai Tulangan Kolom dan Balok Beton. Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sipil*. Yogyakarta. PAU – FT. UGM.

A Mufit. 2006. " Penguatan Kelembagaan Riptek dalam Upaya Peningkatan Peran Iptek dalam Pembangunan Daerah" dalam *Semiloka.* Semarang. Bapeda.

DPU. 1999. SKSNI M-25-1991-0. *Pemeriksaan Keteguhan Lentur Kayu.* Jakarta.

Kusdiyono. 1999. *BPKM Bahan Bangunan I*. Semarang. Jurusan Teknik Sipil Polines.

------2001. *Petunjuk Praktikum Pengujian Bahan Bangunan II*. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Polines.

Siswanto. Fauzie. 2000. *Sifat Fisik, Mekanik dan Cara Pengawetan Bambu*. Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya dibidang Teknik Sipil. Yogyakarta: PAU – FT, UGM.

Suwanto, Bodja. 1999 *Teknologi Bahan II*. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Polines.

Triwiyono. Andreas. 2000. *Bambu Sebagai Tulangan Struktur Beton.* Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya dibidang Teknik Sipil. Yogyakarta: PAU – FT UGM.

MODUL

KONSTRUKSI BAMBU

Disusun dalam Rangka Memenuhi Tugas Semester IV

Mata Kuliah Konstruksi Bangunan 3

DISUSUN OLEH :

AHMAD NUR HAFID K1509004

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL/ BANGUNAN

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK DAN KEJURUAN

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2011

STANDARISASI BAMBU SEBAGAI BAHAN BANGUNAN ALTERNATIF PENGGANTI KAYU DAN SEBAGAI KONSTRUKSI TAHAN GEMPA

I. PENDAHULUAN

Menurut Purwito(Peneliti pada Bahan Bangunan Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum) Keberadaan kayu konstruksi yang semakin langka sudah banyak dibahas oleh para ahli dan pemerhati dalam berbagai forum seperti seminar, workshop, media cetak dan elektronik. Pada dasarnya, kehawatiran akan keberadaan kayu konstruksi akan berdampak pada kurangnya pasokan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan perumahan di masa mendatang. Beberapa produksi bahan bangunan alternatif sebagai pengganti kayu untuk komponen struktur dan nonstruktur sudah banyak di produksi seperti, baja ringan (light weight steel), aluminium, PVC dll, tetapi masih mahal dan belum terjangkau oleh masyarakat menengah ke bawah bahkan untuk produk rumah massal belum dapat menurunkan harga jual rumah. Di lain pihak, bambu yang sudah lama dikenal oleh masyarakat sejak nenek moyang kita ada belum banyak disentuh, padahal bahan ini memegang peranan penting dalam kehidupan mereka dan telah dipakai untuk berbagai keperluan seperti, alat rumah tangga, musik, makanan, obat, perabotan dapur serta konstruksi bangunan (rumah, jembatan) dll. Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan bambu telah banyak dilakukan dan dipresentasikan dalam berbagai pertemuan ilmiah seperti seminar, workshop dll, tetapi hasil dari pertemuan ilmiah tersebut belum ada yang dimanfaatkan dalam mengarahkan penelitian bambu di Indonesia. Hal ini disebabkan karena penelitian bambu yang dilaksanakan oleh kalangan Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian Pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat dan Sektor Swasta dikerjakan secara sporadis, terpisah dan sendiri-sendiri serta belum adanya acuan yang baku untuk dipakai sebagai rujukannya. Akhirnya sangat sedikit aktifitas ini yang ditujukan untuk mendukung kebutuhan masyarakat serta pengusaha bambu secara langsung. Peranan bambu sebagai bahan bangunan alternatif untuk industri berbahan kayu yang sedang menghadapi kesulitan dalam mendapatkan bahan baku sangat sedikit sehingga Indonesia belum mendapatkan keuntungan dari bambu.

Sudah waktunya Indonesia mempunyai standar bambu yang berlaku secara nasional dengan merujuk pada standar bambu internasional yang sudah ada seperti, ISO 22156 (2004) dan ISO 22157-1: 2004 (E) yang disesuaikan dengan jenis bambu yang ada di Indonesia. Langkah awal untuk maksud ini sudah dimulai dari di Puslitbang Permukiman dengan menghadirkan para ahli/peneliti bambu dari UGM, ITB, IPB, LIPI, PROSEA dan Puslitbang Permukiman yang hasilnya dapat dipakai sebagai informasi awal untuk langkah-langkah selanjutnya dalam merealisasikan standar bambu. Dengan tersedianya standar bambu untuk bangunan diharapkan produk yang menggunakan bambu dapat lebih berkualitas, lebih lama umur pakainya, seragam dalam penggunaannya, dapat meningkatkan nilai tambah bambu sehingga dapat menggantikan peran kayu di masa mendatang.

II. LATAR BELAKANG

Perkembangan bahan bangunan di Indonesia khususnya untuk bahan bangunan organik seperti kayu, sudah hampir dipastikan akan mempunyai banyak kendala baik dari keberadaan maupun kualitasnya dimasa mendatang. Persediaan kayu untuk industri menurun drastis dari 35 juta m^3 per-tahun manjadi 7 m^3 per-tahun sehingga banyak pabrik pengolah kayu bangkrut karena kekurangan bahan baku. Beberapa seminar atau workshop yang dihadiri oleh para ahli bahkan melalui berita-berita di media masa banyak memberitakan keberadaan kayu konstruksi sudah sangat mengkhawatirkan terutama untuk kayu konstruksi dan akan mempengaruhi laju pembangunan khususnya perumahan. Karena banyaknya pabrik atau industri perkayuan yang bangkrut akibat dari kekurangan bahan baku, pemerintah berusaha akan memfasilitasi impor kayu dari beberapa negara yang kini memiliki stok kayu dan menjadi eksportir di antaranya yaitu China, Malaysia, Jepang dan beberapa negara tetangga lainnya (ungkapan staf ahli menteri kehutanan, Made Subadya dalam acara rapat koordinasi pembangunan kehutanan se Kalimantan di Hotel Banjarmasin International). Ironis sekali, karena negara-negara tersebut dulunya adalah negara pengimpor kayu dari Indonesia. Beberapa produksi bahan bangunan alternatif pengganti kayu untuk komponen struktur dan nonstruktur telah banyak di produksi seperti, baja ringan (light weight steel), aluminium, PVC, dll, tetapi, faktor harga masih menjadi kendala sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat golongan menengah ke bawah bahkan untuk rumah yang dibangun secara massal belum dapat menurunkan harga jual rumah. Keadaan ini akan terus berlangsung selama kebutuhan akan kayu terus meningkat sejalan dengan perkembangan pembangunan yang pesat, selama bahan pengganti kayu belum ada padahal, kita mempunyai bambu yang merupakan bahan bangunan yang dapat diperbarui (renewable), sudah dikenal sejak nenek moyang kita dengan potensi yang belimpah dan belum maksimal dimanfaatkan. Sampai saat ini bambu hanya dipakai sebagai alat rumah tangga, perabotan dapur dan konstruksi bangunan (rumah, jembatan) dll. Untuk bahan konstruksi, bambu digunakan secara utuh dalam bentuk bulat dengan sistem sambungan konvensional (pasak dan ijuk) tetapi sekarang bambu diolah terlebih dahulu menjadi bahan jadi seperti, panel bambu, balok bambu, bambu lapis, dll, sehingga bentuk lebih modern dan pemakaiannya lebih praktis. Kelebihan konstruksi tradional bambu sebetulnya sudah dibuktikan pada konstruksi rumah di daerah gempa, dimana pasca bencana (gempa) konstruksi rumah dengan sistem rangka bambu atau kayu masih utuh berdiri sedangkan bangunan dengan konstruksi pasangan bata atau rangka beton banyak yang runtuh berarti, konstruksi ini sangat cocok dipakai di daerah-daerah berpotensi gempa di Indonesia karena lebih elastis terhadap gempa.

Memang ada beberapa kelemahan bambu seperti, rentan terhadap serangan hama perusak kayu (rayap, bubuk dan jamur) sehingga umurnya pendek, rentan terhadap api, panjang dan ukurannya tidak seragam, sulit dalam penyambungannya pada konstruksi, dll. Lebih jauh lagi bambu oleh masyarakat masih diidentikan dengan kemiskinan karena desain yang ada masih sangat sederhana dan umumnya dibangun di pedesaan. Kelemahan bambu tersebut sekarang sudah dapat diatasi dengan perkembangan teknologi yang ada misalnya, dengan diawetkan untuk mencegah serangan hama perusak kayu, diciptakan bermacam teknologi sambungan dengan menggunakan bambu atau bahan lain seperti kayu, plastik atau logam. Permasalahan

yang terjadi adalah, semua teknologi yang diciptakan tersebut belum dapat diterapkan oleh masyarakat karena belum adanya standar/pedoman yang dapat dipakai sebagai acuan dalam bekerja dengan bambu sehingga sulit untuk menilai atau menentukan nilai keandalan desain konstruksi bambu. Tanpa standar maka pemanfaatan bambu tidak dapat terukur, baik dari keseragaman maupun kualitas produknya, mengingat jenis bambu di Indonesia lebih dari 100 buah. Pembuatan standar dapat dilakukan dalam skala prioritas sesuai dengan kebutuhan, dengan merujuk pada hasil penelitian, standar yang sudah ada seperti, ISO 22156 dan 22157, 2004 atau technical report ISO/TR 22157-2, 2004 mengenai cara uji fisik mekanik bambu dan manual cara test bambu di laboratorium atau standar lain seperti pedoman konstruksi rumah bambu dengan sebelumnya disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Untuk saat ini yang diperlukan adalah, Standar Bambu untuk Konstruksi Bangunan dan Teknologi Cara Pengawetan Bambu dengan cara menggabungkan teknologi tradisional yang dianggap layak dengan teknologi modern. Diharapkan dengan adanya standar ini, bambu dapat digunakan secara optimal dengan kualitas yang memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.

III. Jenis-Jenis Bambu yang Bernilai Ekonomi

(Dikumpulkanr dari berbagai sumber oleh J.A. Sonjaya)

Bambusa bambos (L.) Voss

Nama lokal: bambu ori, jawa: pring ori

Tinggi, diameter dan warna batang:

Tinggi mencapai 30 m (dinding batang sangat tebal dan batang berbulu tebal); 15-18 cm (jarak buku 20-40 cm); hijau muda.

Tempat tumbuh:

Tanah basah, di sepanjang sungai.

Budidaya:

Jarak tanam 6 m x 6 m. Pemberian pupuk kompos 5-10 kg pada saat penanaman berguna untuk pertumbuhan awal. Pemupukan dengan NPK akan meningkatkan biomasa. Jenis ini kurang cocok untuk skala luas karena berduri sehingga menyulitkan dalam pemanenan. Penebangan dapat dilakukan dengan memotong setinggi 2 m dari atas tanah.

Pemanenan dan Hasil:

panen dapat mulai dilakukan setelah umur 3-4 tahun. Sisakan 8-10 batang setiap rumpun untuk mempertahankan tingkat produksi. Hindari pengambilan risoma untuk perbanyakan karena dapat merusak rumpun. Produktivitas tahunan dapat mencapai sekitar 5000-8000 batang/ha.

Manfaat:

Rebungnya (sayuran), daunnya (makanan ternak), dan bibitnya (bahan makanan sekunder) sampai dengan batangnya (keperluan rumah tangga dan bahan dasar bangunan). Jenis ini berguna sebagai pengendali banjir bila ditanam disepanjang sungai dan pelindung tanaman dari angin kencang. Batangnya dipakai untuk industri pulp, kertas dan kayu lapis. Jenis ini juga dapat dipakai sebagai bahan dasar pembuatan semir sepatu, lem perekat, kertas karbon dan kertas kraft tahan air. Rendaman daun bambunya dipakai untuk penyejuk mata dan mengobati penyakit (bronkitis, demam, dan gonorrhoea).

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland

Nama lokal: pring ampel, bambu ampel, haur

Tinggi, diameter dan warna batang:

Tinggi mencapai 10-20 m (batang berbulu sangat tipis dan tebal dinding batang 7-15 mm); 4-10 cm (jarak buku 20-45 cm); kuning muda bergaris hijau tua.

Tempat tumbuh:

Mulai dataran rendah hingga ketinggian 1200 m, di tanah marjinal atau di sepanjang sungai, tanah genangan, pH optimal 5-6,5, tumbuh paling baik pada dataran rendah.

Budidaya:

Jarak tanam 8 m x 4 m (312 rumpun/ha). Pemberian pupuk sangat dianjurkan untuk meningkatlkan hasil. Dosis pupuk per ha adalah 20-30 kg N,0-15 kg P, 10-15 kg K dan 20-30 kg Si. Pembersihan cabang berduri dan dasar rumpun tua akan meningkatkan produksi batang bambu dan mempermudah pemanenan.

Pemanenan dan Hasil:

Pemanenan dapat dimulai setelah tanaman berumur 3 tahun, puncak produksi mulai umur 6-8 tahun. Rebung dapat dipanen 1 minggu setelah keluar dari permukaan. Satu rumpun dalam setahun dapat menghasilkan 3-4 batang baru. Produksi tahunan diperkirakan menghasilkan sekitar 2250 batang atau 20 ton berat kering/ha.

Manfaat:

Air rebusan rebung muda bambu kuning dimanfaatkan untuk mengobati penyakit hepatitis. Batangnya banyak digunakan untuk industri mebel, bangunan, perlengkapan perahu, pagar, tiang bangunan dan juga sangat baik untuk baha baku kertas.

Dendrocalamus asper (Schultes f.) Backer ex Heyne

Nama lokal: bambu petung, buluh betung, bulu jawa, betho.

Tinggi, diameter dan warna batang:

Tinggi mencapai 20-30 m (batang berbulu tebal dan ebal dinding batang 11-36 mm); 8-20 cm (jarak buku 10-20 cm di bagian bawah dan 30-50 cm di bagian atas); coklat tua.

Tempat tumbuh:

Mulai dataran rendah hingga ketinggian 1500 m, tumbuh terbaik pada ketinggian antara 400-500 m dengan curah hujan tahunan sekitar 2400 mm. Tumbuh di semua jenis tanah tetapi paling baik di tanah yang berdrainase baik.

Budidaya:

Jarak tanam 8m x 4m (312 rumpun/ha). Pemberian pupuk sangat dianjurkan untuk meningkatkan hasil. Dosis pupuk setiap tahun adalah 100-300 kg/ha NPK (15:15:15). Untuk memperbanyak rebung baru sangat dianjurkan untuk memberi seresah di sekitar rumpun.

Pemanenan dan Hasil:

Pemanenan dapat dimulai setelah tanaman berumur 3 tahun, puncak produksi mulai umur 5-6 tahun; untuk pemanenan rebung dilakukan satu minggu setelah rebung muncul ke permukaan. Satu rumpun dewasa dapat menghasilkan 10-12 batang baru per tahun (dengan 400 rumpun menghasilkan sekitar 4500-4800 batang/ha). Produktivitas tahunan rebung dapat menghasilkan 10-11 to rebung/ha dan untuk 400 rumpun per ha dapat mencapai 20 ton rebung.

Manfaat:

Rebung dari jenis ini adalah rebung yang terbaik dengan rasanya yang manis dibuat untuk sayuran. Batangnya digunakan untuk bahan bangunan (perumahan dan jembatan), peralatan memasak, bahkan juga untuk penampung air. Banyak digunakan untuk konstruksi rumah, atap dengan disusun tumpang-tindih, dan dinding dengan cara dipecah dibuat plupu.

Dendrocalamus strictus (Roxb.) Nees

Nama lokal: bambu batu

Tinggi, Diameter dan Warna batang:

Tinggi mencapai 8-16 m (batang berbulu tebal dan tebal dinding batang hingga 1 cm); 2,5-12,5 cm (jarak buku 30-45 cm); hijau – kekuningan – buram.

Tempat tumbuh:

Di segala jenis tanah, khususnya tanah liat berpasir dengan drainase yang baik dengan pH 5,5-7,5. Ketinggian dari permukaan laut sampai dengan 1200 dengan curah hujan optimal per tahun 1000-3000 mm.

Budidaya:

Iklim dan jenis tanah memegang kunci dalam keberhasilan penanaman jenis ini. Jika tanahnya miskin hara atau terlalu kering atau kena penyakit akan mempengaruhi elastisitas bambu (mudah patah) dan bisa menyebabkan kerontokan daun. Suhu haruslah berkisar antara 20-30 derajat C (min 5 derajat C, maks 45 derajat C). Aplikasi penyubur NPK sangat dianjurkan (misal campuran 15:15:15 untuk 200 kg/ha). Jarak tanam 3-5 m x 3-5 m (400-1000 rumpun/ha).

Pemanenan dan Hasil:

Dilakukan setelah 3-4 tahun. Pemotongan dapat dilakukan kurang dari 30 cm di atas tanah dan / diatas jarak buku ke dua. Produktivitas tahunan dari penanaman 400 rumpun bisa mencapai sekitar 3,5 ton bamboo atau dengan 200 rumpun bisa mencapai 2,8 ton bamboo.

Manfaat:

Digunakan untuk bahan industri pulp dan kertas, kayu lapis, bangunan, mebel, anyaman, peralatan pertanian, dan peternakan. Daunnya digunakan untuk makanan ternak.

Gigantochloa apus (J.A & J.H. Schultes) Kurz

Nama lokal: bambu apus, pring apus, peri

Tinggi, Diameter dan Warna batang:

Tinggi mencapai 8-30 m (batang berbulu tebal dan tebal dinding batang 1,5 cm); 4-13 cm (jarak buku 20-75); hijau keabu-abuan cenderung kuning mengkilap.

Tempat tumbuh:

Jenis ini dapat tumbuh di dataran rendah, dataran tinggi (atau berbukit-bukit) sampai dengan 1500 m. Bahkan juga dapat tumbuh di tanah liat berpasir.

Budidaya:

Penanaman jenis ini sebaiknya dilakukan antara bulan Desember samapai Maret. Untuk meningkatkan produktivitasnya dapat diberi pupuk kompos atau pupuk kimia, jarak tanam 5-7 m2.

Pemanenan dan Hasil:

Dilakukan setelah 1-3 tahun pada musim kering (antara April sampai Oktober) pada batang yang sudah berumur lebih dari 2 tahun. Produktivitas dalam satu rumpun adalah 6 batang. Produktivitas tahunannya dapat menghasilkan sekitar 1000 batang/ha.

Manfaat:

Biasanya digunakan sebagai tanaman pagar penghias. Batangnya juga dapat dipakai sebagai alat pembuatan pegangan payung, peralatan memancing, kerajinan tangan (rak buku), industri pulp dan kertas dan penghalau angin kencang (wind-break).

Gigantochloa atroviolacea Widjaja

Nama lokal: bambu hitam, pring wulung, peri laka

Tinggi, Diameter dan Warna batang:

Tinggi mencapai 2 m (batang berbulu tipis/halus dan tebal, dinding batang hingga 8 mm); 6-8 cm (jarak buku 40-50 cm); Dari hijau-coklat tua-keunguan atau hitam.

Tempat tumbuh:

Ditanah tropis dataran rendah, berlembab, dengan curah hujan per tahun mencapai 1500-3700 mm, dengan kelembaban relatif sekitar 70% dan temperatur 20-32 derajat C. Dapat pula tumbuh di tanah kering berbatu atau tanah (vulkanik) merah. Jika ditanam di tanah kering berbatu, warna ungu pada batang akan kelihatan semakin jelas.

Budidaya:

Jarak tanam 8 m x 7 m (200 rumpun/ha). Dianjurkan untuk selalu memperhatikan tentang pengairan, pembersihan gulma dan penggemburan tanah secara terus-menerus selama 2-3 tahun setelah awal penanaman. Pembersihan dasar rumpun tua dan penggalian ulang tanah akan meningkatkan produksi rebung.

Pemanenan dan Hasil:

Pemanenan dapat dimulai setelah tanaman berumur 4-5 tahun dengan hasil produksi 20 batang per 3 tahun (atau dengan 200 rumpun/ha dapat menghasilkan sekitar 4000 batang/ha dalam 3 tahun).

Manfaat:

Digunakan untuk bahan pembuatan instrumen musik seperti angklung, calung, gambang dan celempung. Juga berfungsi untuk bahan industri kerajinan tangan dan pembuatan mebel. Rebungnya dapat dimanfaatkan sebagai sayuran.

Gigantochloa pseudoarundinacea (Steudel) Widjaja

Nama lokal: bambu andong, gambang surat, peri

Tinggi, Diameter dan warna batang:

Tinggi mencapai 7-30 m (batang berbulu tebal dan tebal dinding batang hingga 2 cm); 5-13 cm (jarak buku hingga 40- 45 cm); hijau kehijau-kuningan atau hijau muda.

Tempat tumbuh:

Di tanah liat berpasir/tanah berpasir dengan ketinggian hingga 1200 m di atas permukaan laut dengan curah hujan per tahun 2350-4200 mm, temperatur 20-32 derajat C dengan tingkat kelembaban relatif sekitar 70%.

Budidaya:

Jarak tanam 8 m x 8 m. Pemberian pupuk organik maupun pupuk kompos pada awal penanaman sangat berguna sekali bagi peningkatan produksi. Juga dianjurkan untuk dilakukan pembersihan gulma, diperhatikan tentang pengairan serta penggemburan tanah. Pembersihan dasar rumpun tua dan penggalian ulang tanah akan memacu pertumbuhan batang baru.

Pemanenan dan Hasil:

Pemanenan dapat dimulai setelah berumur 3 tahun dengan memotong batang tepat di atas tanah dan sebaiknya dipilih musim kering untuk memanennya. Untuk regenerasi batang baru dianjurkan untuk menggali ulang dan menutup dasar batang sisa panen dengan plastik. Hasil produksi tahunan untuk 275 rumpun/ha menghasilkan sekitar 1650 batang/ha atau 6 batang/rumpun.

Manfaat:

Digunakan untuk bahan bangunan, pipa air, mebel, peralatan rumah tangga, sumpit makan, tusuk gigi, dan peralatan musik. Rebungnya dapat dimasak menjadi sayuran.

IV. PEMAKAIAN BAMBU di INDONESIA

Keberadaan bambu di Indonesia seperti buah simalakama. Rendahnya permintaan konsumen menyebabkan kalangan arsitek/industri tidak mengembangkannya. Akibat tidak ada pengembangan, maka bambu jadi tidak menarik sehingga masyarakat tidak menyukainya.

Akhirnya bambu sebagai material lokal posisinya semakin terpinggirkan. Hal ini tentu menyedihkan, mengingat persediaan bambu di Indonesia sangat berlimpah, namun kita masih belum optimal memanfaatkannya.

Dari berbagai penelitian, struktur bambu terbukti memiliki banyak keunggulan. Seratnya yang liat dan elastis sangat baik dalam menahan beban (baik beban tekan/tarik, geser, maupun tekuk). Fakultas Kehutanan IPB mengungkapkan fakta bahwa kuat tekan bambu (yang berkualitas) sama dengan kayu, bahkan kuat tariknya lebih baik daripada kayu. Bahkan, dengan kekuatan seperti ini, jenis bambu tertentu bisa menggantikan baja sebagai tulangan beton.

Ringan dan Tahan Gempa

Menurut Eko Prawoto—salah satu arsitek yang mengembangkan konstruksi bambu—menyatakan bahwa kita tak perlu ragu untuk memakai material bambu sebagai struktur bangunan. Proyek bermaterial bambu yang baru selesai dikerjakan Eko Prawoto adalah bangunan Community Learning Center, sebuah pusat studi di Cilacap, Jawa Tengah.

Struktur bangunan ini seluruhnya terbuat dari 3 jenis bambu, yakni bambu petung/betung, bambu legi, dan bambu tali/apus. Ketiga jenis ini digunakan untuk keperluan berbeda. Untuk kolom utama, misalnya, ia menggunakan jenis betung berdiameter 16 cm. Proyek bambu lain yang ia rancang adalah bangunan—juga berkonstruksi bambu—di Timor Leste.

Pada konstruksi bambu rancangannya, Eko Prawoto menggunakan baut 12 mm dan ijuk untuk menyambung antarbambu. Sambungan dengan baut ini terlihat rapi dan bersih sehingga konstruksi bambu terlihat lebih bagus (Eko memang membiarkannya terekspos). Untuk memasang bautnya, bambu dibor terlebih dahulu, kemudian baut dimasukkan ke bambu dan diberi mur. Ia lalu memberi tip, “Pasang murnya jangan terlalu keras supaya

bambu tidak pecah." Berbeda dengan kayu, adanya rongga pada bambu membuatnya harus diperlakukan khusus agar tidak mudah pecah.
Sambungan dengan baut menciptakan konstruksi yang tidak kaku sehingga tahan terhadap gempa (karena konstruksi akan bergerak mengikuti arah getar gempa). Ini masih ditambah lagi dengan bobotnya yang ringan sehingga berat keseluruhan struktur tidaklah besar. Ini merupakan kelebihan lain dari konstruksi bambu.

Hal serupa juga dilakukan Jatnika, seorang perajin bambu (produsen rumah bambu Jawa Barat). Dalam membangun rumah bambu, ia menerapkan sambungan yang tidak kaku, yakni memakai kombinasi paku/pasak bambu yang diikat ijuk. Dengan teknik pengikatan tertentu, ijuk sangat baik untuk mengikat sambungan struktur bambu.

Eko Prawoto juga memakai ijuk pada beberapa bagian sambungan. Ia mengatakan, ikatan ijuk bagus dalam menahan beban ke samping. Selain ijuk, Jatnika juga menggunakan rotan sebagai pengikat sambungan. Namun, karena tidak sekuat ijuk, maka ikatan rotan hanya dipakai di interior.

Permukaan Lantai Harus Ditinggikan

Karena ringan, konstruksi bambu cukup menggunakan pondasi setempat/umpak (tanpa sloof) dari batu bata atau beton. Untuk menghindari pelapukan, bagian bawah struktur bambu tidak boleh bersentuhan langsung dengan tanah.

Oleh karena itu, bagian bawah struktur bambu perlu diberi landasan, seperti beton. Bila ingin menggunakan lantai dari bambu, maka permukaan lantainya harus ditinggikan (minimal 40-50 cm dari tanah) oleh sebab itu biasanya bangunan seperti ini berupa konstruksi panggung. (Tabloid Rumah/mya)

Tabel Jenis Bambu untuk Bangunan :

Peruntukan	Jenis Bambu	Diameter
Kolom struktur	Betung/petung	14-15 cm
Kuda-kuda	Gombong/andong	12 cm
Gording	Legi	10 cm
Kasau	Tali/apus	6 cm
Reng	Tali/apus	6 cm (dibelah 2)
Dinding (utuh atau anyaman)	Tali/apus, bambu hitam	6 cm

Bangunan Bambu

Beberapa jenis bambu yang paling sering digunakan untuk bangunan bambu adalah:

1) Bambu petung/betung (*Dendrocalamus asper*). Bambu ini tumbuh subur di hampri semua pulau besar di Indonesia. Memiliki dinding yang tebal dan kokoh serta diameter yang dapat mencapai lebih dari 20 cm. Dapat tumbuh hingga lebih 25 meter. Bambu petung banyak digunakan untuk tiang atau penyangga bangunan. Juga sering di belah untuk keperluan

reng/usuk bangunan. Bambu petung yang peling umum ada dua jenis yakni petung hijau dan petung hitam.

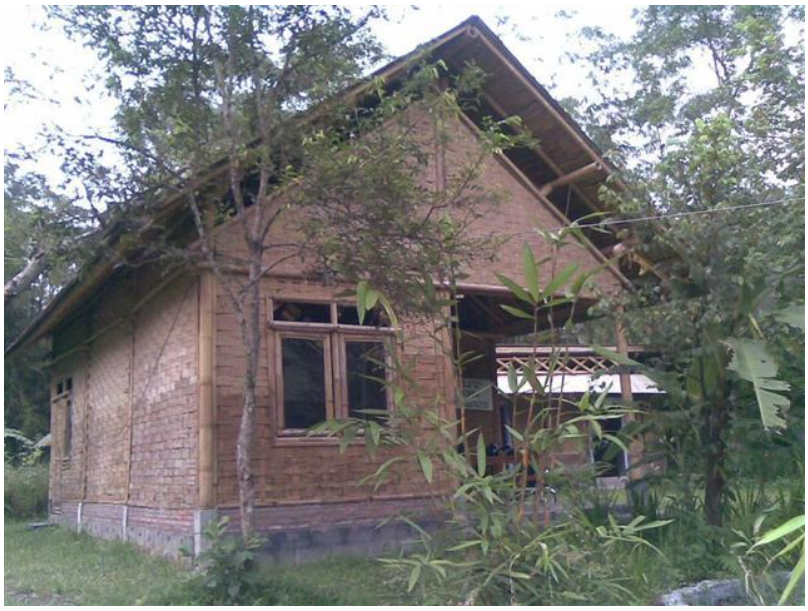
2) Bambu hitam atau bambu wulung (Gigantochloa atroviolacea). Banyak tumbuh di jawa dan sumatra. Jenis bambu ini dapat mencapai dimeter hingga 14 cm dan tinggi lebih dari 20 meter. Banyak digunakan sebagai bahan bangunan dan perabot bambu karena relatif lebih tahan terhadap hama.

3) Bambu apus atau tali (Gigantochloa apus). Jenis ini banyak digunakan sebagai komponen atap dan dinding pada bangunan. Diameter antara 4 hingga 10 cm. Juga sangat cocok untuk mebel dan kerajinan tangan.

Berikut adalah contoh-contoh bangunan yang diambil dari www.sahabatbambu.com :

Pondok Bambu Bertingkat

Rumah Bambu Sumbangan IndoBamboo



Rumah Pak Haryo - Sentolo

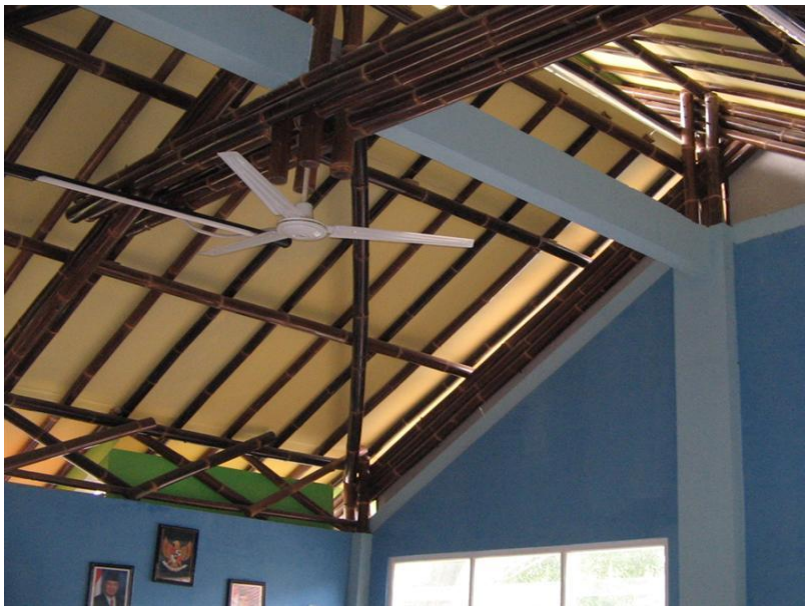
Knock-down Cottage - Nina Fillipi (France)

Cafe - Maguwoharjo, Yogyakarta

Sanggar Cerdas Pakem

Bangunan sanggar milik kelompok tani Padasan dan Padukan ini merupakan sumbangan dan hasil penelitian dari Prof. Morisco.

TK Mutihan, Klaten



Bangunan ini dikerjakan oleh tim tukang Sahabat Bambu bekerjasama dengan AMURT Indonesia.

Bangunan Pabrik & Gudang

Contoh konstruksi kolom dan kuda-kuda bambu bentangan 13 meter tanpa tiang tengah.

Gazeebo TK Semoya, Yogyakarta

Gazeebo ini adalah kreasi bersama designer SaBa, Amurt Indonesia & ITB.

Tangga Bambu

Contoh tangga bambu di Sanggar Cerdas Pakembinangun

Pondok Bambu

Contoh pemanfaatan ruang pojok halaman belakang untuk kamar tidur/kamar anak. Bagian bawah kamar bisa dijadikan tempat mesin cuci, gudang dan lain-lain sesuai kebutuhan.

Showroom SaBa

Showroom/pondok bambu sistem knock down di bangun di halaman kantor Sahabat Bambu.

Taman Kanak-kanak

Bangunan TK yang dibangun di Klaten, bekerjasama dengan Amurt Indonesia.

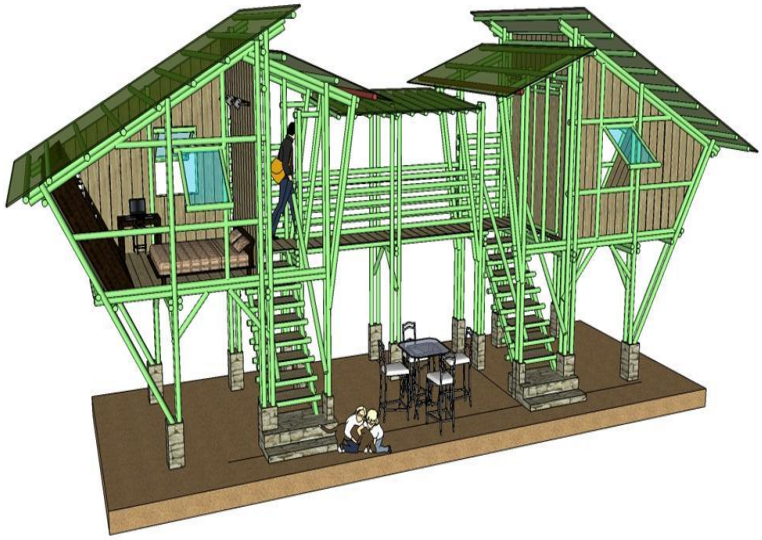
Balai Desa

Bangunan Balai Desa di Nusakambangan di bangun oleh tim tukang Sahabat Bambu bekerjasama dengan MAP Indonesia dan Pusat Studi Asia Pasifik, Universitas Gadjah Mada, 2005.

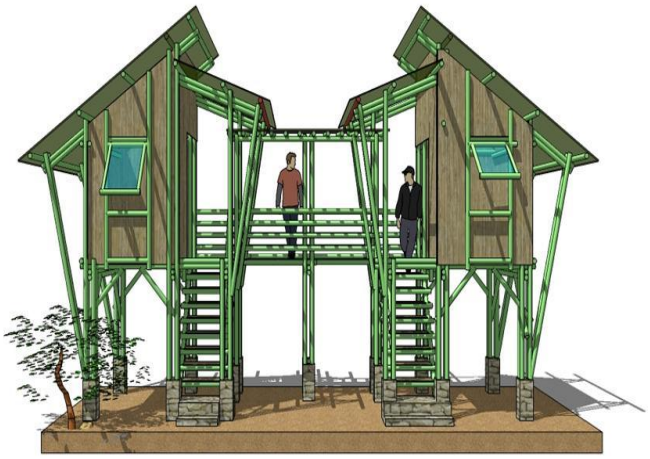
Desain Konstruksi Bambu

Berikut adalah contoh-contoh desain yang diproduksi oleh www.sahabatbambu.com :

Twin Cottage 3x4:



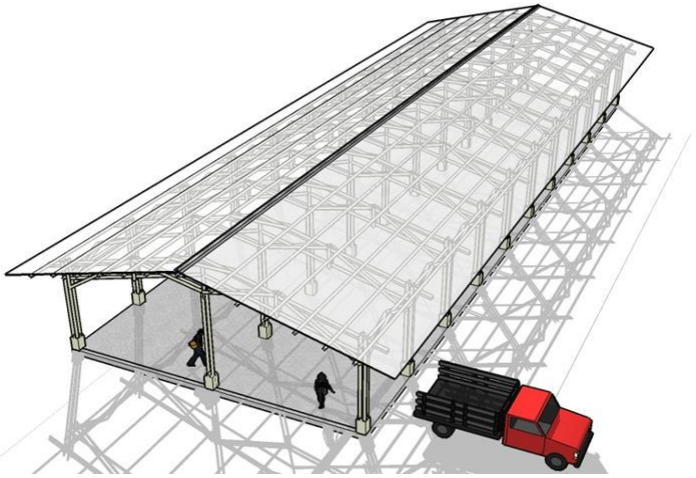
Twin Cottage 3x3:

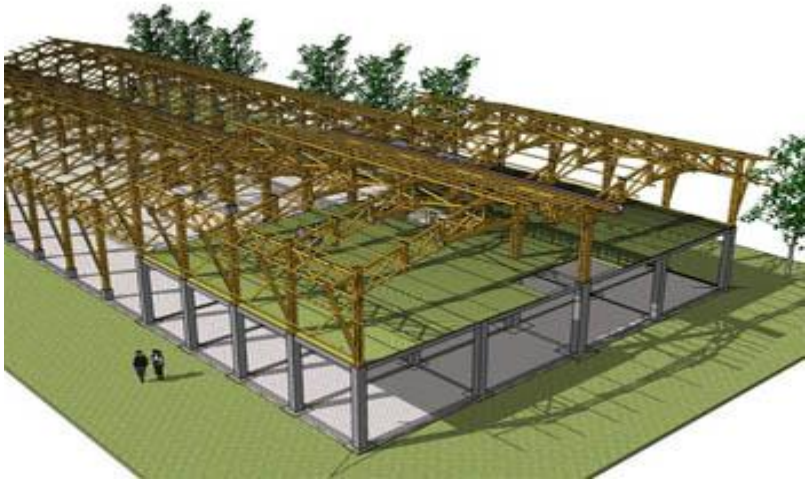


Green House:

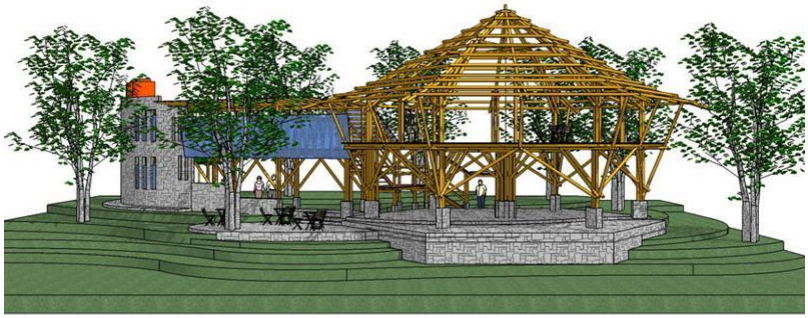
Pendopo & Meeting Room:

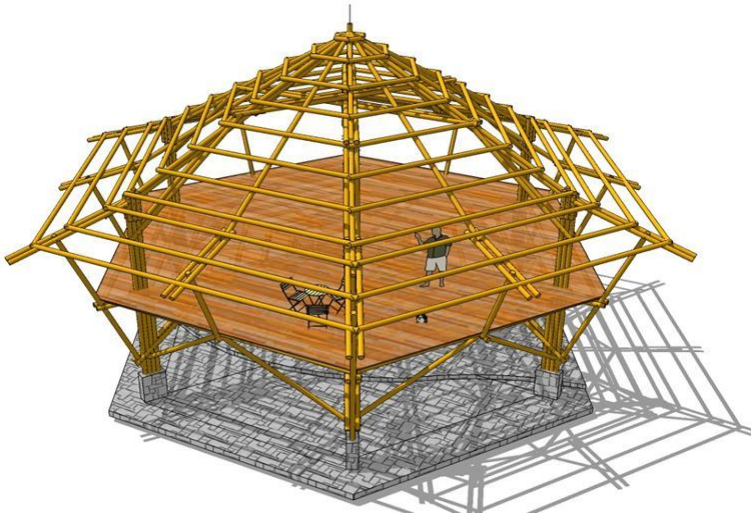
Bangunan Gudang & Pabrik





Restoran / Rumah





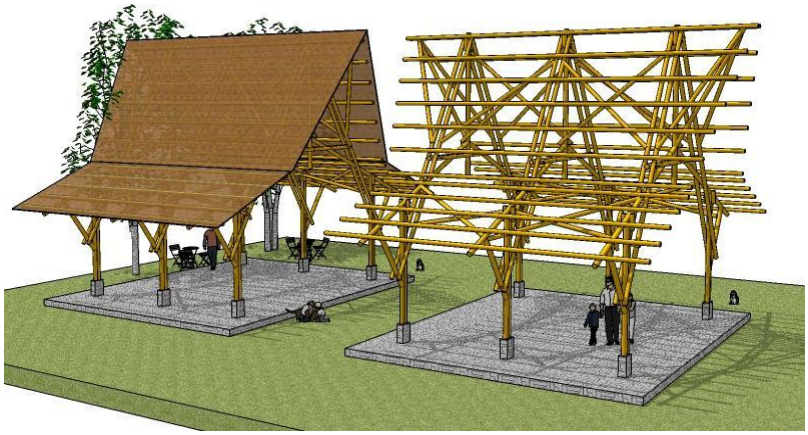
Tempat Parkir & Warung

Rumah Bambu / Bamboo House

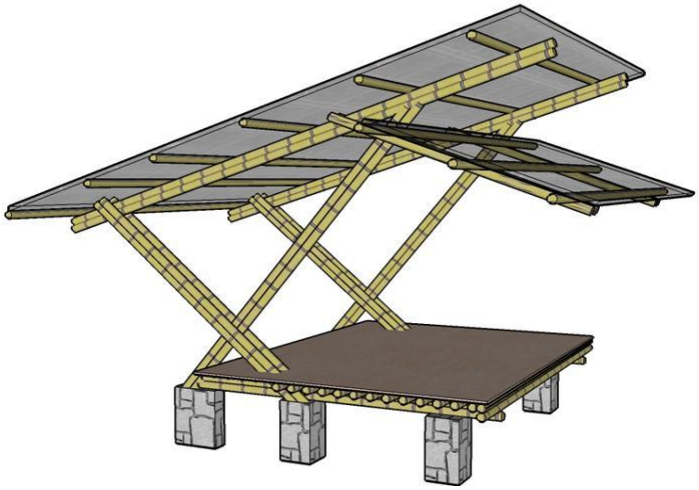
Cottage

Showroom

SAHABAT BAMBU
Design For Aula Sekolah Dasar
Hilina'a, NIAS
Architec Widhi Nugroho



Gazebo Bambu



V. Rumah Tahan Gempa dari Bambu

Bambu sudah dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan sejak ratusan tahun lalu. Tanaman rumpun bambu dapat ditemui di pedesaan, bahkan sebagian besar masyarakat desa mempunyai rumpun bambu di pekarangannya. Bambu juga digunakan untuk berbagai keperluan masyarakat, mulai dari keperluan di bidang keagamaan, sampai upacara kematian.

Di samping kekuatan bambu cukup tinggi (hasil penelitian yang kami lakukan, kekuatan tarik pada bagian kulit bambu untuk beberapa jenis bambu melampaui kuat tarik baja mutu sedang), ringan, sangat cepat pertumbuhannya (hanya perlu 3-5 tahun sudah siap ditebang), berbentuk pipa berruas sehingga cukup lentur untuk dimanfaatkan sebagai kolom, namun bambu juga mempunyai kelemahan berkaitan dengan keawetannya.

Untuk memperoleh keawetan dalam pemakaian bambu, masyarakatpun sudah mengenal dan mempunyai cara-cara pengawetan secara tradisional, seperti metode perendaman, pengasapan dan pemasukan larutan bahan kimia ke dalam bambu. Pengwetan secara modernpun sudah dikembangkan di Laboratorium Teknik Struktur Jurusan Teknik Sipil FT UGM sejak awal

tahun 1990-an. Dari penelitian ini diperoleh metode pengawetan yang efektif dengan menggunakan larutan bahan kimia yang dimasukkan ke dalam batang bambu secara tekanan.

Masalah mendasar pemasyarakatan pemakaian bambu di Masyarakat adalah informasi cara-cara pengawetan bambu, cara mengkonstruksi bangunan bambu belum sampai di masyarakat, sehingga masyarakat membangun rumah bambu hanya mendasarkan konstruksi bambu seperti yang pernah dilakukan oleh para nenek-moyang. Untuk ini pada tulisan ini akan disampaikan prinsip-prinsip konstruksi bambu.

Pertanyaaan mendasar adalah, kenapa bangunan bambu yang dikonstruksi secara benar dapat tahan gempa? Sesungguhnya konstruksi bangunan dengan berbagai bahan penyusun dapat dikonstruksi tahan terhadap gempa. Pada prinsipnya bangunan tahan gempa dimaksudkan untuk meminimalisir korban yang berasal dari penghuni/pemakai bangunan tersebut. Dengan kata lain, penghuni bangunan dapat segera keluar dari bangunan yang terkena gempa dengan selamat pada saat terjadi gempa.

Sesuai dengan prinsip dasar bangunan tahan gempa yang harus diusahakan seringan mungkin, maka bahan bambu sangat memenuhi persyaratan ini, juga bambu dikenal dengan kelenturannya yang cukup tinggi. Pada bangunan tahan gempa, bambu dapat digunakan sebagai elemen balok, kolom, pendukung atap, pengisi dinding, maupun lantai. Pemakaian bambu (gedhek) untuk elemen dinding pada bangunan rumah dengan rangka kayu seperti rumah-rumah tradisional di DIY dan Jawa Tengah akan menjadikan bangunan tersebut menjadi ringan. Di samping dipakai dalam bentuk anyaman gedhek, bambu dapat digunakan sebagai elemen dinding dalam bentuk galar, atau bilah yang dipasang horisontal dengan direnggangkan dan diplester dengan mortar (adukan pasir dan semen), dapat pula berbentuk anyaman bilah dengan anyaman utama berarah horisontal dan diplester dengan mortar. Konstruksi ini cukup ringan namun mempunyai kelenturan yang cukup. Untuk konstruksi rangka atap juga dapat menggunakan bahan bambu, bahkan di India sudah dikembangkan atap gelombang dengan anyaman bambu yang dilaminasi.

Pada prinsipnya rumah bambu tahan gempa harus dibuat dengan ketentuan sebagai berikut:

a. Mengunakan bambu yang sudah tua, sudah diawetkan dan dalam keadaan kering,
b. Rumah bambu didirikan di atas tanah yang rata,
c. Pondasi dan sloof (sloof diangker ke pondasi di setiap jarak 50-100 cm) mengelilingi denah rumah,
d. Ujung bawah kolom bambu masuk sampai pondasi, diangker dan bagian dalam ujung bawah kolom diisi dengan tulangan dan mortar),
e. Elemen dinding yang berhubungan dengan sloof atau kolom harus diangker di beberapa tempat,
f. Di ujung atas kolom diberi balok ring yang mengitari denah bangunan, elemen dinding juga harus di angker dengan balok ring tersebut,
g. Bila ada bukaan dinding seperti angin-angin, jendela dan pintu, harus diberi perkuatan di sekeliling bukaan tersebut,
h. Pada setiap pertemuan bagian dinding dengan bagian dinding lainnya, harus ada kolom dan dinding diangker kolom tersebut,
i. Rangka atap (kuda-kuda) bisa dikonstruksi dengan tumpuan sederhana (sendi-rol), di mana setiap dudukan rangka atap harus diletakkan pada posisinya, dan perlu diangker dengan kolom,

j. Ikatan angin pada atap harus dipasang di setiap antar kuda-kuda. Ikatan angin ini dipasang pada bidang kemiringan atap di bawah penutup atap, dan pada bidang vertikal diantara dua kuda-kuda.

Kelebihan penggunaan bambu sebagai bahan bangunan

1. bambu dikenal sebagai bahan bangunan yang dapat diperbarui
2. Tidak perlu menggunakan tenaga terdidik,
3. Cukup menggunakan alat-alat sederhana yang mudah didapat di sekitar kita,
4. Cukup nyaman tinggal di dalam rumah bambu,
5. Masa konstruksi sangat singkat,
6. Biaya konstruksi murah.

Di samping kelebihan di atas, bangunan bambu mempunyai kekurangan antara lain:

1. Belum hilangnya konotasi masyarakat bahwa bambu dikenal sebagai bahan bangunannya orang miskin,
2. Hampir tidak ada fasilitas kredit dari perbankan, karena kurang yakinnya pihak perbankan,
3. Belum ada standar nasional rumah bambu.

VI. Bambu Laminasi

Bambu dapat dibentuk menyerupai papan kayu dengan proses laminasi. Menggunakan bahan pengawet dan lem yang bersahabat dengan lingkungan, bambu dapat diubah menjadi papan yang indah dan kuat. Produk bambu laminasi cocok digunakan untuk berbagai keperluan seperti lantai, dinding, dek, bahkan dapat dibentuk menjadi berbagai furniture atau mebel yang indah**.**

Berikut contoh bambu yang sudah dilaminasi :

Product sample pictures:

VII. Pengawetan Bambu

Sahabat Bambu berpengalaman mengawetkan bambu dengan sistem Vertical Soak Diffusion (VSD) menggunakan bahan pengawet yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Sistem VSD ini awal mulanya dikembangkan oleh EBF Bali. Metode VSD terbukti efektif melindungi bambu dari serangan kumbang bubuk dan rayap hingga puluhan tahun.

Kami menjual berbagai jenis dan ukuran bambu yang telah diawetkan, diantaranya jenis petung, wulung, apus, dan legi. Kami juga sedang membangun teknik pengawetan menggunakan tangki bertekanan yang dapat mengawetkan berbagai jenis dan ukuran bambu secara lebih cepat.

Proses Pengawetan Bambu

Mengapa bambu harus diawetkan? Bambu adalah material alami organik. Di iklim tropis yang dengan kelembaban tinggi seperiti Indonesia, tanpa pengawetan bambu hanya dapat bertahan kurang dari tiga tahun. Tidak seperti kebanyakan kayu keras, bambu memiliki kandungan gula yang tinggi yang merupakan makanan alami kumbang bubuk dan serangga bor lainnya. Kerusakan biologis bambu dapat mengurangi nilai estetis, kekuatan dan daya guna bambu, bahkan bubuk yang keluar dari bambu yang terserang dapat menggangu kesehatan. Kerusakan dapat menyebabkan pelapukan, retak, pecah dan yang paling buruk dapat menyebabkan bangunan bambu menjadi rubuh.

Pengawetan menjadi sangat penting jika bambu digunakan untuk keperluan struktur bangunan karena berkaitan dengan keamanan. Bangunan atau interior bambu yang diharapkan berdiri lebih dari tiga tahun sudah seharusnya mempertimbangkan menggunakan bambu yang telah diawetkan.

Manfaat dan tujuan pengawetan adalah: 1) Memperpanjang usia komponen bambu, 2) Mencegak kerusakan, 3) Mempertahankan kekuatan dan stabilitas bangunan, 4) Meningkatkan nilai estetis serta, 5) Memberi nilai tambah lain seperti lebih tahan terhadap api (berdasarkan penelitian, bambu yang diawetkan dengan borates memiliki tingkat "fire retardant" yang lebih tinggi dari pada yang tidak diawetkan.

Contoh Bambu Awet

Gambar di atas adalah jenis-jenis bambu yang biasa digunakan untuk konstruksi bangunan, mebel maupun kerajinan tangan lainnya. Dari kanan ke kiri: petung, wulung, ori, apus, tutul dan cendani.

DAFTAR PUSTAKA

Prosiding PPI Standardisasi 2008, 25 November 2008

http://pinter-sains.blogspot.com/2010/10/rumah-tahan-gempa-dari-bambu.html

http://bali.forumotion.net/t2340-mau-tahan-gempa-pakai-struktur-bambu#2711

http://www.sahabatbambu.com/

STANDARDISASI BAMBU LAMINASI SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI KAYU KONSTRUKSI

Oleh
Iwan Suprijanto[1], Rusli[2], Dedi Kusmawan[3]

Abstract

Every year, the availability of wood as raw material has been rapidly decreases and causes the destruction of rainforest in Indonesia which lead to least productivity of wood. One of the main causes is the unbalancing between the demands of raw materials to the availability of woods in the forest.

Tecnology of laminating bamboo soon to be expected as a friendly environment solution as an alternative material to replace woods as raw materials for contruction and furniture.

Process of making laminating bamboo consists of: raw materials preparation; tools preparation; cutting process; preserving process; laminating process; finishing process; it is necessary to formulate stardardizatin for the process of making laminating bamboo.

Formulation standar for the process of making laminating bamboo covers of: specifications technique; guidance of bamboo laminating preservation; guidance of bamboo laminating process.

Keywords: *bamboo, laminate, standardize/guidance*

[1] Kepala Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar dan Peneliti Madya Bidang Permukiman
[2] Kepala Seksi Program dan Pelayan Teknis Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar dan Peneliti Muda Bidang Bahan Bangunan.
[3] Staff Seksi Program dan Pelayan Teknis Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar

I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ketersediaan kayu konstruksi pada beberapa tahun terakhir mengalami penurunan dan harga kayu konstruksi di pasaran juga terus meningkat. Di samping itu, semakin menyempitnya hutan-hutan produksi di Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah ketidakseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan kayu konstruksi.

Pada saat ini diperlukan usaha melakukan reboisasi untuk mempertahankan keanekaragaman hayati. Tetapi reboisasi memerlukan waktu yang sangat lama sedangkan kebutuhan kayu konstruksi semakin meningkat yang menyebabkan terjadinya kesulitan kayu konstruksi dengan kualitas baik dan dimensi sesuai kebutuhan.

Dalam upaya mengatasi permasalahan di atas, perlu dikembangkan teknologi bahan alternatif pengganti kayu.

Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti kayu adalah bambu. Bambu mempunyai beberapa keunggulan untuk dapat dijadikan pengganti kayu sebagai bahan konstruksi serta meubel. Pada tahun anggaran (TA) 2008 dan 2009 telah dilakukan pengembangan teknologi bambu laminasi oleh Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar.

Tujuan

Tujuannya adalah menyusun/merumuskan standardisasi tentang bambu laminasi sebagai pengganti kayu konstruksi.

Manfaat

Tersedianya alternatif bahan bangunan pengganti kayu konstruksi dan terbukanya lapangan kerja baru.

Ruang lingkup

Ruang lingkup pembahasan dalam makalah ini adalah:

a. Spesifikasi bambu laminasi
b. Proses produksi
c. Proses standardisasi

II LANDASAN TEORI

2.1 Bambu Laminasi

Teknologi bambu laminasi pada awalnya didasari oleh pemikiran dari balok glulam (*glue laminated beam*). Balok glulam dibuat dari lapisan-lapisan kayu yang relatif tipis yang dapat digabungkan dan direkatkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan balok kayu dalam berbagai ukuran dan panjang (Breyer, 1988:112-116).

Pemakaian bambu sebagai bahan kayu lapis telah diperkenalkan oleh Guisheng (1985), *Bamboo Information Centre* (1994), serta Subiyanto dan Subyakto (1996). Bambu lapis mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap abrasi serta momen lentur. Ketahanan lantai bambu terhadap abrasi telah diteliti oleh Mohmod dan kawan-kawan (1990). Dari eksperimen yang telah dilakukan diperoleh bahwa ketahanan lantai bambu adalah sekitar 130 persen dari ketahanan lantai kayu kempas (*Koompasia Malaccensis*), atau sekitar 5 kali ketahanan kayu karet. Menurut Guisheng (1985) kayu lapis yang dihasilkan jika diperbandingkan dengan papan partikel secara acak, mempunyai MOR 4 – 7 kali, dan MOE 4 – 6 kali. Mengingat kekuatan tersebut, bambu lapis cocok digunakan sebagai lantai bangunan gedung, lantai truk, dan bekisting beton (Morisco 2006).

2.2 Teknologi Perekatan Laminasi

Teknologi perekatan bambu laminasi merupakan teknik pengabungan bahan dengan bantuan perekat, bahan bangunan berukuran kecil dapat direkatkan membentuk komponen bangunan sesuai dengan keinginan. Teknik laminasi juga merupakan cara penggabungan bahan baku yang tidak seragam atau dari berbagai kualitas.

Menurut Morisco (2006), secara garis besar keuntungan yang dapat diperoleh dari teknologi laminasi antara lain :

1. Teknologi laminasi secara tidak langsung dapat mengatasi masalah retak, pecah ataupun cacat akibat pengeringan karena lamina terdiri atas lembaran-lembaran yang tipis sehingga pengeringan lebih cepat dan mudah.
2. Produk lamina yang berlapis-lapis memungkinkan untuk memanfaatkan lamina berkualitas rendah untuk disisipkan diantara lapisan luar (face) dan lapisan belakang (back) seperti halnya produk kayu lapis.
3. Teknologi laminasi memungkinkan pembuatan struktur bangunan berukuran besar yang lebih stabil karena seluruh komponen (lembaran) yang digunakan telah dikeringkan sebelum dirakit menjadi produk laminasi.
4. Arah serat lamina dapat dipasang saling bersilangan, sehingga susunan ini akan menjadikan kembang-susut produk tidak besar.

2.3 Sifat-Sifat Bambu Laminasi

Bambu laminasi sebagai bahan konstruksi perlu ditinjau sifat-sifatnya mengenai sifat mekanis dan sifat fisiknya.

2.3.1 Sifat fisik

Sebagai bahan material alam, bambu mempunyai bermacam-macam sifat yang tergantung pada jenis, lingkungan pertumbuhan dan asalnya. Adapun yang termasuk karakteristik fisika bambu, antara lain:

a. Berat jenis

   Berat jenis bambu menunjukkan banyaknya massa bambu, dengan kata lain jumlah sel-sel penyusun bambu dengan berat sel masing-masing menunjukkan berat total bambu. Berat jenis bambu dihitung sebagai nilai

perbandingan antara berat bambu kering dibagi berat air dengan volume sama dengan volume bambu tersebut.

b. Kadar air

Adalah nilai yang menunjukkan banyaknya air yang ada dalam bambu. Kadar air dihitung sebagai persentase perbandingan berat air dalam bambu dengan berat kering tanur. Berat bambu kering tanur adalah berat bambu total tanpa air akibat pengeringan dalam tanur pada suhu 101 – 105°C.

2.3.2 Sifat mekanis

Sifat - sifat mekanis bambu secara teoritis menurut Frick (2004) tergantung pada:

a. Jenis bambu yang berkaitan dengan tumbuh-tumbuhan.
b. Umur bambu pada waktu penebangan.
c. Kelembaban (kadar air kesetimbangan) pada batang bambu.
d. Bagian batang bambu yang digunakan (bagian kaki, pertengahan, atau kepala).
e. Letak dan jarak ruasnya masing-masing (bagian ruas kurang tahan terhadap gaya tekan dan lentur)

Beberapa sifat mekanika bambu yang penting untuk perencanaan konstruksi bambu (Frick, 2004 dalam Sjelly Haniza, 2005), antara lain:

a. Kuat Tarik

Kekuatan bambu untuk menahan gaya tarik tergantung pada bagian batang yang digunakan. Bagian ujung memiliki kekuatan terhadap gaya tarik 12% lebih rendah dibandingkan dengan bagian pangkal.

b. Kuat Tekan

Kekuatan bambu untuk menahan gaya tekan tergantung pada bagian ruas dan bagian antar ruas batang bambu. Bagian batang tanpa ruas memiliki kuat tekan (8 – 45)% lebih tinggi dari pada batang bambu yang beruas.

c. Kuat Geser

Kemampuan bambu untuk menahan gaya-gaya yang membuat suatu bagian bambu bergeser dari bagian lain di dekatnya disebut dengan kuat geser. Kuat geser bambu bergantung pada ketebalan dinding batang bambu. Bagian batang tanpa ruas memiliki kekuatan terhadap gaya geser 50% lebih tinggi dari pada batang bambu yang beruas.

d. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan keteguhan lentur pada batas elastis bahan. Keteguhan lentur adalah rasio beban terhadap regangan dibawah proporsional. Peningkatan nilai modulus elastisitas seiring dengan peningkatan keteguhan lentur suatu bahan (Prayitno, 1995).

2.4 Landasan Teori Uji Bambu Laminasi

2.4.1 Kadar air dan kerapatan

Kadar air dihitung sebagai prosentase perbandingan berat air dalam bambu dengan

berat kering tanur, dengan menggunakan standar ISO 3130 – 1975 (E). Hasil yang diperoleh dihitung menggunakan persamaan:

$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \times 100\%$$

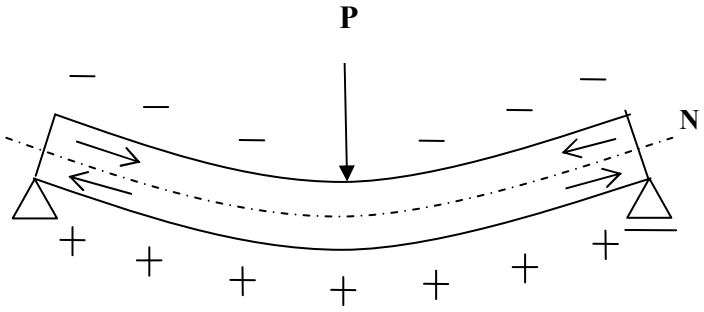
$$\rho_w = \frac{m_w}{v_w}$$

dengan:

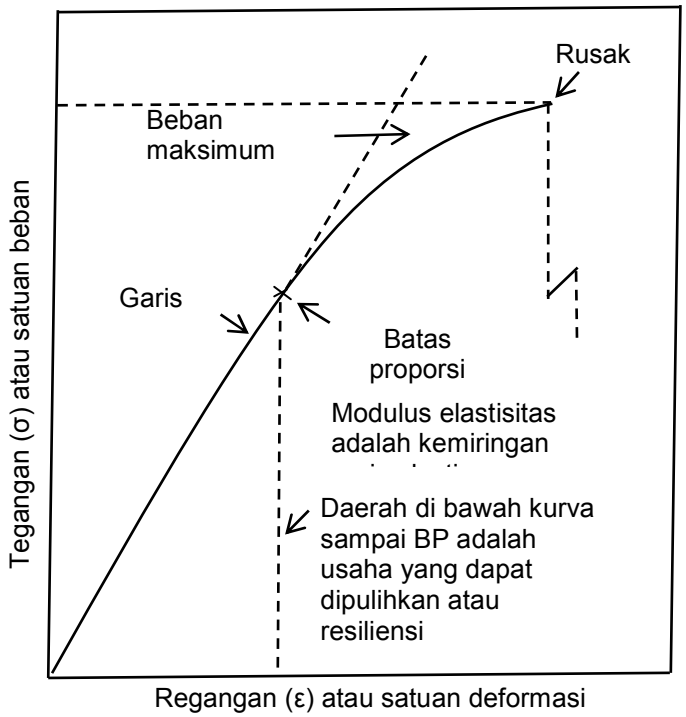
w = kadar air (%)
m_1 = berat benda uji sebelum dikeringkan (gr)
m_2 = berat benda uji setelah dikeringkan (gr)
ρ_w = kerapatan (gr/cm3)
mw = berat bambu (gr) pada kadar air w
vw = volume (cm3) pada kadar air w

2.4.2 Kuat lentur

Pada pengujian lentur statis specimen diberikan beban pada sisi radial atau tangensial. Akibat beban tersebut maka *specimen* akan mengalami tegangan yang terdistribusikan secara liniear pada penampangnya. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.

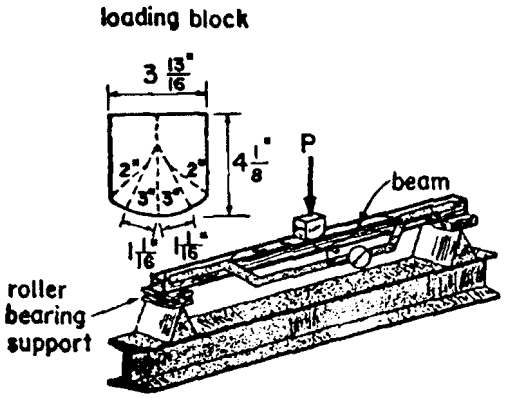


Gambar 1 Tegangan pada Gelegar yang Diberi Beban P



Gambar 2 Grafik Hubungan Beban dan Deformasi

Bagian yang lurus dari kurva menunjukkan bahwa beban dalam keadaan sebanding dengan deformasi yang ditimbulkan. Jika beban itu dihilangkan maka specimen akan kembali ke bentuk semula. Jadi sepanjang garis lurus ini specimen bersifat elastis dan kurva yang lurus itu disebut garis elastis. Kemiringan garis elastis ini menunjukkan besarnya MOE, makin tegak garis elastis tersebut maka makin besar Moe atau makin kaku specimen. Untuk setiap specimen yang diberi beban, bagian yang lurus dari kurva beban – deformasi aqkhirnya akan mencapai suatu titik yang disebut batas proporsi, dan deformasi tidak lagi sebanding lurus. Deformasi naik lebih cepat daripada beban dan kurva saat ini berupa garis lengkung. Dengan demikian batas proporsi dapat didefinisikan sebagai beban per satuan luas dimana deformasi mulai naik lebih cepat daripada beban. Tegangan yang terjadi dalam specimen pada batas proporsi disebut tegangan serat (*fiber stress at proportional limit*). Untuk mengetahui sampai sejauh mana specimen mampu menahan beban yang diberikan maka dilakukan pengujian modulus elastisitas (MOE), dengan menggunakan standar SNI 03 – 3960 – 1995, dengan dimensi 50x50x760 mm. Tujuan pengujian adalah untuk mengukur modulus kekenyalan dengan cara mengukur defleksi pada daerah perlengkungan selama pembebanan berlangsung pada kecepatan konstan.



Gambar 3 Uji Lentur Statis pada Gelagar Kecil

Hasil yang diperoleh dihitung dengan menggunakan persamaan :

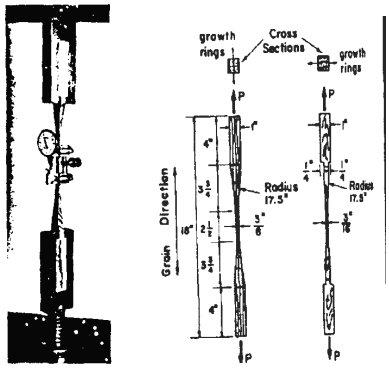
$$E_b = \frac{P \times L^3}{4 \times y \times b \times h^3} \quad (MPa)$$

dengan:

E_b = modulus elastisitas lentur (MPa)
P = selisih pembebanan dari satu tahap pembeban ke tahap pembebanan berikutnya (N)
b = lebar benda uji (mm)
h = tinggi benda uji (mm)
y = selisih lendutan dari satu tahap pembebanan ke tahap pembebanan berikutnya (mm)
L = jarak tumpuan (mm)

2.4.3 Kuat tarik sejajar serat (*Tension Pararel to Grain*)

Yaitu ketahanan *specimen* terhadap beban yang meregang dan menarik specimen dalam arah serat. Pengujian ini menggunakan standar SNI 03 – 3399 – 1994, dengan dimensi specimen panjang 460 mm dengan tampang lintang 25 x 25 mm. Pengujian ini menggunakan mesin uji kuat lentur yang dilengkapi alat khusus yang memegang tiap ujjung specimen sampai ke pundak dengan kecepatan tarikan 0.25 inci/menit.



Gambar 4 Spesimen Uji Tarik Sejajar Serat

Hasil yang diperoleh dihitung dengan persamaan :

$$\sigma_{tr} \parallel = \frac{P}{b \times h} \ (MPa)$$

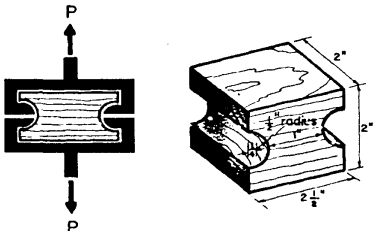
dengan:

$\sigma_{tr} \parallel$ = kuat tarik sejajar serat (MPa)

P = beban uji maksimum (N)
B = lebar daerah uji (mm)
H = tinggi daerah uji (mm)

2.4.4 Kuat tarik tegak lurus serat (*Tension Perpendiculer to Grain*)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan specimen terhadap beban tarik yang dikenakan perlahan-lahan tegak lurus serat. Adapun arah serat yang diuji adalah bidang radial dan bidang tangensial. Pengujian ini menggunakan standar SNI 03 – 3399 – 1994, dengan dimensi *specimen* 50x50x50 mm.



Gambar 5 Spesimen untuk uji tarik tegak lurus serat

Hasil yang diperoleh dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_{tr} \perp = \frac{P}{b \times h} \ (MPa)$$

dengan:

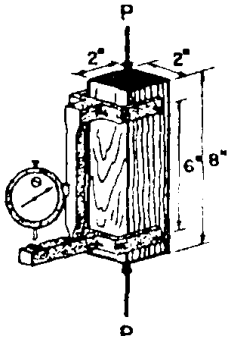
$\sigma_{tr} \perp$ = kuat tarik tegak lurus serat (MPa)

P = beban uji maksimum (N)
B = lebar daerah uji (mm)
H = tinggi daerah uji (mm)

2.4.5 Kuat tekan sejajar serat (*Compression Pararel to Grain*)

Uji tekan sejajar serat dilakukan untuk menentukan kekuatan kayu terhadap beban aksial jika kayu digunakan sebagai kolom (tiang) pendek. Pengujian ini menggunakan standar SK SNI M – 27 – 1991 – 03, dengan dimensi berukuran 50x50x200 mm, Specimen dipasang pada suatu alat penjepit yang menjepit *specimen* 25 mm dari tiap ujung sehingga bentangan bebas 150 mm. Untuk menghindari tekanan yang eksentris terhadap spesimen, permukaan ujung harus benar-benar tegak lurus sumbu panjang spesimen. Selain itu spesimen disangga dengan blok setengah bulatan sehingga beban terbagi merata diseluruh permukaan ujung spesimen. Pemberian beban tekanan pada spesimen dilakukan dengan kecepatan turunnya kapala mesin uji sebesar 0,024 inchi tiap detik dan defleksi

specimen diukur dengan alat kompresormeter sampai 0,0001". Pembacaan beban dan defleksi dicatat tiap kenaikan beban 1000-2000 lbs hingga beban maksimum dilampaui.



Gambar 6 Spesimen untuk Uji Tekan Sejajar Serat

Hasil yang diperoleh dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_c \parallel = \frac{P}{b \times h} \ (MPa)$$

dengan:

$f_c \parallel$ = kuat tekan sejajar serat (MPa)

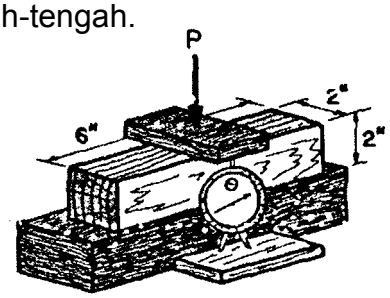
P = beban uji maksimum (N)

b = lebar benda uji (mm)

h = tinggi benda uji (mm)

2.4.6 Kuat tekan tegak lurus serat (*Compression Perpendiculer to Grain*)

Merupakan kemampuan bahan menahan beban tekan maksimal tegak lurus arah serat. Pengujian ini menggunakan standar SK SNI M – 27 – 1991 – 03, dengan dimensi 50x50x150 mm. Seluruh panjangnya disangga oleh meja mesin penguji. Beban diberikan pada spesimen melalui suatu plat baja lebar 50 mm yang ditempatkan melintang panjang spesimen ditengah-tengah sehingga menutup panjang spesimen tepat ditengah-tengah.



Gambar 7 Spesimen untuk Uji Tekan Tegak Lurus Serat

Hasil yang diperoleh dihitung dengan persamaan :

$$f_c \perp = \frac{P}{b \times h} \ (MPa)$$

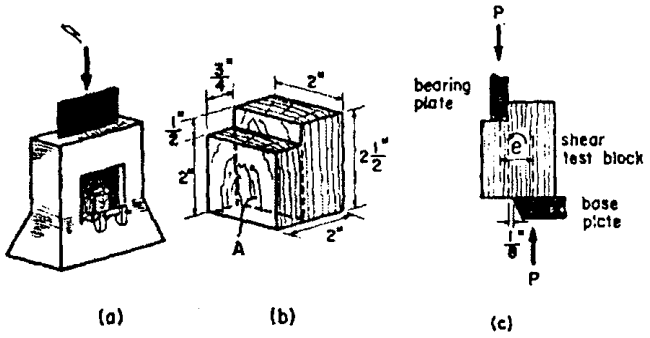
dengan :

$f_c \perp$ = kuat tekan tegak lurus serat (MPa)

P = beban uji maksimum (N)
b = lebar benda uji (mm)
h = tinggi benda uji (mm)

2.4.7 Kuat geser sejajar serat (*Shear Pararel to Grain*)

Untuk mengetahui kekuatan atau keteguhan geser (*ultimate Shearing stress*) spesimen terhadap gaya yang berusaha menggeser satu bagian dari spesimensepanjang suatu bidang yang sumbunya sejajar serat. Pengujian ini menggunakan standar SK SNI M – 26 – 1991 – 03, dengan dimensi 35x50x65 mm.



Gambar 8 Spesimen untuk Uji Geser Sejajar Serat

Hasil yang diperoleh dihitung dengan persamaan :

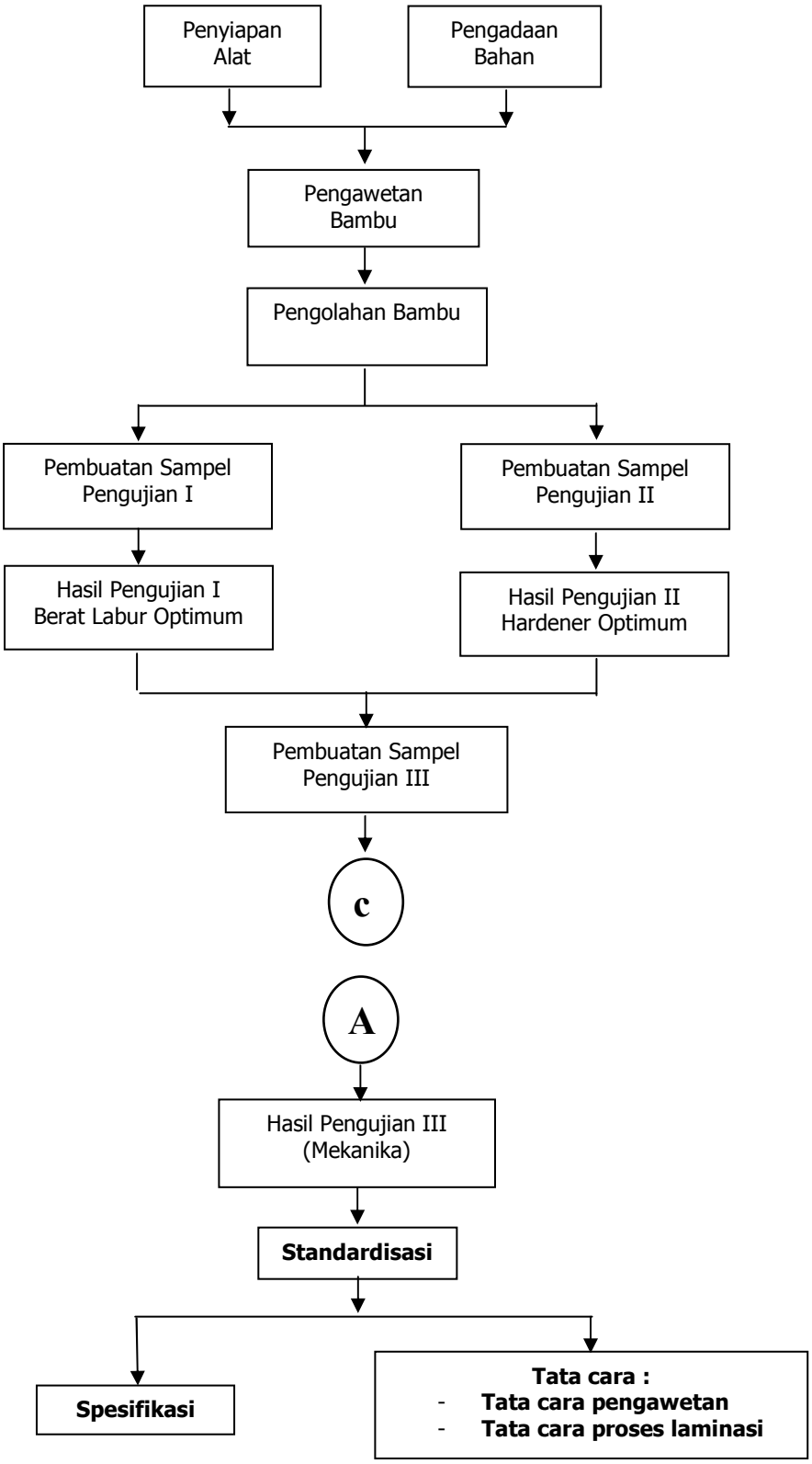
$$f_s \parallel = \frac{P}{b \times h} \ (MPa)$$

dengan:

$f_s \parallel$ = kuat geser (MPa)
P = beban uji maksimum (N)
b = lebar daerah uji (mm)
h = tinggi daerah uji (mm)

III METODOLOGI

Metode yang digunakan pada kegiatan ini adalah metode eksperimental dengan melakukan beberapa pengujian di laboratorium.
Tahapan penelitian seperti terlihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9 Bagan Alir Pelaksanaan Standardisasi

IV HASIL PENELITIAN

Proses Produksi Bambu Laminasi

Tahapan dalam proses produksi bambu laminasi, yaitu:

Penyiapan bahan baku

Adapun spesifikasi dari bahan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bambu
   Bambu yang dipergunakan adalah bambu petung karena dinding batangnya yang tebal sehingga lebih hemat pada saat proses perekatan dengan ukuran batangan bambu dengan panjang 4000 mm, diameter 120 mm, dan tebal 15 mm.
2. Pengawetan
   Bahan pengawet yang digunakan adalah boron, yaitu bahan kimia liquid yang berfungsi melindungi bambu dari serangan organisme perusak (kumbang bubuk).
3. Perekat
   Perekat yang digunakan adalah jenis *polymer* yang merupakan perekat berasal dari tumbuh-tumbuhan. Perekat jenis ini berbentuk cairan putih dan agak kental. Perekat jenis ini mudah mengeras pada variasi suhu yang luas, ramah lingkungan dan ekonomis. Sedangkan bahan pengeras (*crosslinker*) digunakan *isocyanate*.

Penyiapan alat

Alat yang digunakan untuk pengolahan dan pengawetan bahan baku, antara lain: parang, gergaji tangan, amplas dan bejana panjang sebagai bak perendaman bambu. Alat dalam proses laminasi antara lain: timbangan digital, meteran, alat kempa hidrolik, mesin serut (*planner*), ember plastik sebagai tempat perekat, klem penjepit, dan kuas.

Proses pemotongan

Bambu yang telah dipotong kemudian dibersihkan bagian kulit luar dan bagian dalamnya serta bagian tonjolan pada buku-bukunya dengan cara dikuliti. Namun pada waktu pembersihan bagian kulitnya diharapkan tidak habis dikuliti, karena kekuatan bambu terdapat pada bagian serat dindingnya. Setelah bambu bersih kemudian dibelah menjadi bilah-bilah dengan lebar 25-30 mm.

Proses pengawetan

Teknik pengawetan yang digunakan adalah perendaman dalam larutan kimia. Di dalam bak perendam telah diisi campuran air dan larutan pengawet (boron) dengan perbandingan larutan boron sebesar 5% dari jumlah volume air di dalam bak perendam. Bak perendam dan air yang digunakan untuk merendam bambu harus bersih dan terbebas dari kandungan minyak dan kotoran. Bambu yang telah

dipotong-potong menjadi bentuk bilah atau berbentuk bulat utuh selanjutnya dimasukkan ke dalam sebuah bejana/bak perendam. Proses perendaman dilakukan selama 5-6 hari, setelah proses perendaman kemudian bambu dikeringkan dengan cara dijemur sampai kadar air mencapai 12-15%.

Proses pengeringan

Setelah proses pengawetan, dilanjutkan dengan proses pengeringan dengan cara dijemur hingga kadar air mencapai 12 -15%.

Proses laminasi

Proses laminasi dilakukan setelah bambu mengalami proses pengawetan dan pengolahan bambu menjadi bilah-bilah. Adapun tahapan-tahapan kegiatan laminasi adalah sebagai berikut:

a. Dipilih bilah-bilah bambu yang lurus dengan kadar air sudah mencapai 12-15 %.
b. Agar dalam satu susunan lapis diperoleh dimensi bilah yang seragam, terlebih dahulu bilah diserut. Kemudian bilah siap dilem, pada pengeleman bilah disusun melebar sekitar 5-7 bilah dengan lebar tiap lapis 30 mm.
c. Bilah dilem dengan cara dikuas pada kedua sisi lebarnya dengan campuran perekat dan hardener sesuai komposisi yang direncanakan. Kemudian dimasukkan ke dalam cetakan/klem untuk kemudian dikencangkan.
d. Setelah terkumpul 2 lapis susunan bilah dalam satu cetakan/klem, kemudian lapis bilah tersebut dikempa dengan tekanan kempa 2.0 Mpa.
e. Dilanjutkan dengan proses pengeringan/penjemuran selama + 2 jam.
f. Setelah itu lapisan bilah dikeluarkan dari cetakan.

Penyelesaian akhir

Balok-balok bambu laminasi yang sudah kering, diratakan setiap sisi-sisinya dan dihilangkan bagian-bagian lem yang meleleh keluar. Dilanjutkan dengan penyerutan dan pengampelasan bagian-bagian sisi-sisi balok hingga diperoleh permukaan yang halus dan rata.

Spesifikasi

Spesifikasi bambu laminasi diperoleh dari hasil pengujian sebagai berikut:

Hasil pengujian keteguhan geser bambu laminasi dengan variasi komposisi perekat *polymer*

Hasil pengujian kuat geser bambu laminasi dengan menggunakan perekat *polymer isocyanate* yang dibagi atas dua jenis kondisi yakni interior dan eksterior. Pada kondisi interior diperoleh kuat geser maksimum dengan berat labur 225 gr/m^2 sebesar 12.93 MPa (N/mm^2), sedangkan pada kondisi eksterior diperoleh kuat geser maksimum sebesar 10.08 Mpa dengan berat labur 225 gr/m^2. Bambu petung yang digunakan berdasarkan pengujian memiliki nilai kuat geser rata-rata 4.5 MPa. Hal ini menunjukkan berat labur optimum menggunakan perekat *polymer isocyanate* terjadi

pada variasi berat labur 225 gr/m^2, seperti ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian Bambu Laminasi dengan Variasi Berat Labur pada Kondisi Interior

No.	Variasi (gr/m^2)	Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luas Bidang Rekat (mm^2)	Beban (N)	Kuat Geser (N/mm^2)	
							Masing^2	Rata^2
1	175	1 a	21	20	420	550	1.31	1.64
2		1 b	22	21	462	1110	2.40	
3		1 c	21	21	441	530	1.20	
4	200	2 a	20	20	400	340	0.85	6.26
5		2 b	20	19	380	390	1.03	
6		2 c	19	19	361	6100	16.90	
7	225	3 a	21	18	378	4250	11.24	12.93
8		3 b	21	18	378	5700	15.08	
9		3 c	19	18	342	4260	12.46	
10	250	4 a	20	19	380	2650	6.97	8.68
11		4 b	19	19	361	3390	9.39	
12		4 c	20	20	400	3870	9.68	
13	275	5 a	21	21	441	2590	5.87	7.81
14		5 b	20	20	400	3710	9.28	
15		5 c	21	21	441	3650	8.28	
16	300	6 a	21	17	357	2490	6.97	8.97
17		6 b	22	17	374	3620	9.68	
18		6 c	20	17	340	3490	10.26	

Sumber : Balai PTPT Denpasar TA (2008)

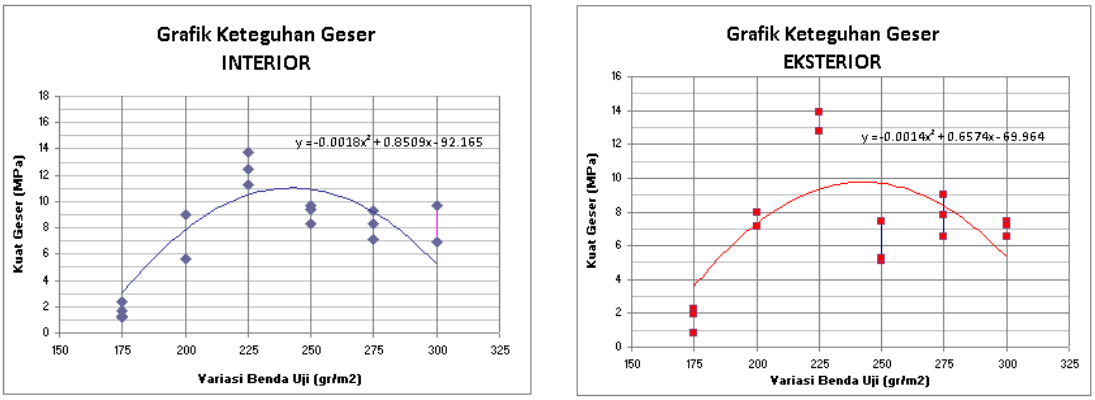
Tabel 2 Hasil Pengujian Bambu Laminasi dengan Variasi Berat Labur pada Kondisi Eksterior

No.	Variasi (gr/m^2)	Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luas Bidang Rekat (mm^2)	Beban (N)	Kuat Geser (N/mm^2)	
							Masing^2	Rata^2
1	175	1 d	19	23	437	350	0.80	2.28
2		1 e	21	23	483	1960	4.06	
3		1 f	21	22	462	910	1.97	
4	200	2 d	21	17	357	930	2.61	8.00
5		2 e	19	20	380	2700	7.11	
6		2 f	22	19	418	5970	14.28	
7	225	3 d	21	21	420	1030	2.45	10.08
8		3 e	20	20	380	5700	15.00	
9		3 f	18	18	342	4370	12.78	
10	250	4 d	20	22	440	2320	5.27	5.08
11		4 e	21	29	609	1520	2.50	

No.	Variasi (gr/m^2)	Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luas Bidang Rekat (mm^2)	Beban (N)	Kuat Geser (N/mm^2)	
							Masing^2	Rata^2
12		4 f	21	22	462	3450	7.47	
13		5 d	21	19	399	2620	6.57	
14	275	5 e	19	20	380	3420	9.00	10.07
15		5 f	20	21	420	6150	14.64	
16		6 d	18	20	360	2690	7.47	
17	300	6 e	20	21	420	3020	7.19	8.72
18		6 f	21	18	378	4350	11.51	

Sumber : Balai PTPT Denpasar TA (2008)

Untuk mengetahui kebutuhan berat labur optimal pada penggunaan bahan perekat *polymer isocyanate* guna mencapai kuat rekat maksimum pada kondisi interior dan eksterior, maka dihitung kuat rekat maksimum melalui garis regresi pada grafik keteguhan geser masing-masing kondisi, sehingga didapatkan berat labur optimum (lihat gambar 2 di bawah ini). Kondisi interior didapatkan dengan berat labur 236.36 gr/m^2 yang tidak terpaut jauh dengan kondisi eksterior didapatkan dengan berat labur 234.786 gr/m^2.



Gambar 2 Grafik Keteguhan Geser Interior dan Eksterior dengan Variasi Berat Labur

Hasil pengujian kuat geser bambu laminasi dengan variasi komposisi *crosslinker isocyanate*

Bahan perekat *polymer isocyanate* memiliki keunggulan dalam proses pengerasan yang relatif cepat, yang berpengaruh terhadap waktu proses pengerjaan. Persentase *crosslinker* dalam beberapa variasi berpengaruh pada kuat geser, daya rekat, dan bahan perekat pada bambu laminasi. Kenyataannya kadar *crosslinker* yang kecil membuat kuat rekat yang yang rendah dan kuat rekat akan bertambah dengan bertambahnya kadar *crosslinker*, namun semakin banyak kadar *crosslinker* belum

tentu akan membuat kuat rekatnya semakin tinggi. Seperti terlihat pada tabel 3 dan 4. pada kondisi interior rata-rata kuat rekat tertinggi pada kadar *crosslinker* 7.5% dengan rata-rata kuat rekat sebesar 9.73 Mpa dan pada kondisi eksterior dengan rata-rata kuat rekat tertinggi sebesar 6.89 MPa pada variasi kadar *crosslinker* 10%.

Tabel 3 Hasil Pengujian Bambu Laminasi dengan Variasi *Crosslinker* pada Kondisi Interior

No.	Variasi Hardener (%)	Kode	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Luas Bidang Rekat (mm2)	Beban (N)	Kuat Geser (N/mm2)	
							Masing2	Rata2
1		BU-1A	45.55	24.10	1097.76	10950	9.97	
2		BU-1B	45.10	24.90	1122.99	8720	7.76	
3	2.5 %	BU-1C	44.65	26.30	1174.30	10330	8.80	7.97
4		BU-1D	46.65	24.55	1145.26	6120	5.34	
5		BU-1E	44.20	23.75	1049.75	2910	2.77	
6		BU-2A	45.65	25.45	1161.79	9910	8.53	
7		BU-2B	43.75	25.60	1120.00	8360	7.46	
8	5 %	BU-2C	45.85	25.50	1169.18	11870	10.15	7.99
9		BU-2D	43.85	26.95	1181.76	9280	7.85	
10		BU-2E	45.50	27.60	1255.80	7460	5.94	
11		BU-3A	46.80	24.70	1155.96	11830	10.23	
12		BU-3B	44.90	23.50	1055.15	12450	11.80	
13	7.5 %	BU-3C	47.00	25.90	1217.30	11080	9.10	9.73
14		BU-3D	47.70	23.55	1123.34	7580	6.75	
15		BU-3E	46.10	24.10	1111.01	11970	10.77	
17		BU-4B	24.15	45.20	1091.58	10750	9.85	
18	10 %	BU-4C	25.75	45.75	1178.06	7360	6.25	8.90
19		BU-4D	23.85	43.00	1025.55	11000	10.73	
20		BU-4E	25.50	45.15	1151.33	9750	8.47	
21		BU-5A	24.85	47.45	1179.13	7850	6.66	
22		BU-5B	26.80	45.20	1211.36	10950	9.04	
23	12.5 %	BU-5C	25.55	45.35	1158.69	10710	9.24	8.65
24		BU-5D	25.70	44.25	1137.23	9310	8.19	
25		BU-5E	25.80	46.15	1190.67	12080	10.15	
26		BU-6A	29.60	45.60	1349.76	11560	8.56	
27		BU-6B	28.80	46.30	1333.44	10770	8.08	
28	15 %	BU-6C	29.20	44.70	1305.24	7120	5.45	7.51
29		BU-6D	29.70	44.50	1321.65	7190	5.44	
30		BU-6E	28.15	44.25	1245.64	10630	8.53	

Sumber : Balai PTPT Denpasar TA (2008)

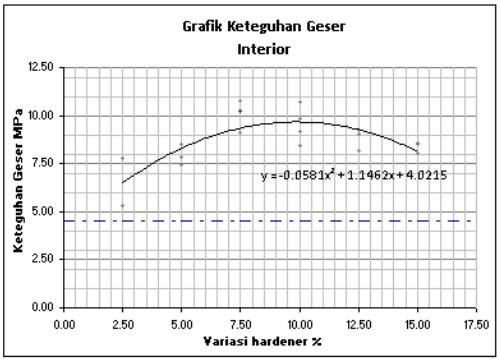
Bahan baku bambu petung setelah dilakukan pengujian diperoleh kuat geser rata-ratanya sebesar 4.5 Mpa. Dari gambar. 3 menunjukkan bahwa pada kondisi interior semua variasi kadar *crosslinker* nilai keteguhan geser yang diperoleh di atas nilai

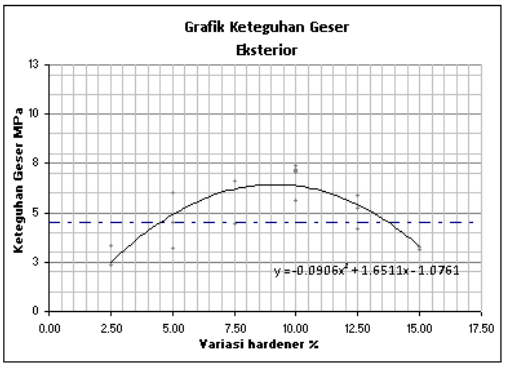
kuat geser bahan bambu petung, sedangkan pada kondisi eksterior tidak semua variasi *crosslinker* mampu melampui nilai keteguhan geser bambu petung dan *crosslinker* pada persentase 2.5 % tidak baik digunakan karena daya rekat yang dihasilkan hanya bersifat *temporary* dan *durabilitasnya* sangat kecil.

Tabel 4 Hasil Pengujian Bambu Laminasi dengan Variasi *Crosslinker* pada Kondisi Eksterior

No.	Variasi Hardener (%)	Kode	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Luas Bidang Rekat (mm2)	Beban (N)	Kuat Geser (N/mm2)	
							Masing2	Rata2
1		BU-1F	0.00	0.00	0.00	0.00	-	
2		BU-1G	25.65	47.20	1210.68	4050	3.35	
3	2.5 %	BU-1H	25.00	45.15	1128.75	950	0.84	1.91
4		BU-1I	26.00	46.00	1196.00	2810	2.35	
5		BU-1J	25.50	45.60	1162.80	1270	1.09	
6		BU-2F	37.65	47.00	1769.55	5720	3.23	
7		BU-2G	29.80	39.25	1169.65	5320	4.55	
8	5 %	BU-2H	17.90	47.00	841.30	2300	2.73	3.48
9		BU-2I	27.55	46.60	1283.83	1150	0.90	
10		BU-2J	22.00	45.25	995.50	5980	6.01	
11		BU-3F	24.90	46.75	1164.08	5120	4.40	
12		BU-3G	24.75	44.90	1111.28	7320	6.59	
13	7.5 %	BU-3H	25.30	46.85	1185.31	4730	3.99	4.28
14		BU-3I	24.90	46.80	1165.32	2260	1.94	
15		BU-3J	25.05	45.00	1127.25	5030	4.46	
16		BU-4F	23.45	46.85	1098.63	6160	5.61	
17		BU-4G	22.50	47.40	1066.50	7620	7.14	
18	10 %	BU-4H	26.70	43.45	1160.12	8230	7.09	6.89
19		BU-4I	25.20	46.30	1166.76	8610	7.38	
20		BU-4J	23.35	44.65	1042.58	7510	7.20	
21		BU-5F	26.80	47.20	1264.96	1850	1.46	
22		BU-5G	25.30	45.77	1157.98	6080	5.25	
23	12.5 %	BU-5H	25.00	47.20	1180.00	6930	5.87	3.93
24		BU-5I	24.85	46.25	1149.31	3250	2.83	
25		BU-5J	26.25	48.97	1285.46	5420	4.22	
26		BU-6F	29.20	47.55	1388.46	4580	3.30	
27		BU-6G	29.20	44.70	1305.24	4140	3.17	
28	15 %	BU-6H	29.00	45.70	1325.30	2340	1.77	2.91
29		BU-6I	29.80	46.15	1375.27	5210	3.79	
30		BU-6J	28.05	44.65	1252.43	3150	2.52	

Sumber : Balai PTPT Denpasar TA 2008





Gambar 3 Grafik Keteguhan Geser Interior dan Eksterior dengan Variasi *Crosslinker*

Hasil pengujian sifat mekanika bambu laminasi dengan kadar perekat optimum *polymer isocyanate*

Hasil pengujian mekanika bambu laminasi perekat *polymer isocyanate* dengan menggunakan berat labur 225 gr/m^2 dan *crosslinker* 10 % diperoleh data sebagai berikut: rata kuat tekan sejajar serat 50.22 Mpa, kuat tekan tegak lurus serat 19.81 MPa, tarik sejajar serat 135.43 MPa, tarik tegak lurus serat 1,01 MPa, kuat geser 6.89 Mpa, kuat lentur 64.16 Mpa, dan MOE 46671.80 MPa ditunjukkan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Nilai Pengujian Mekanika Bambu Laminasi (Mpa)

No.	Jenis Pengujian	Kekuatan Benda Uji (MPa)			Rata-Rata
		1	2	3	
1	Tekan // serat	49.72	50.75	50.19	**50.22**
2	Tekan tegak lurus serat	18.73	21.36	19.34	**19.81**
3	Tarik // serat	111.13	167	128.17	**135.43**
4	Tarik tegak lurus serat	0.96	0.62	1.44	**1.01**
5	Geser // serat	-	-	-	**6.89**
6	Kuat lentur	63.51	64.44	64.59	**64.18**
7	MOE	48190.34	42815.35	49009.70	**46671.80**

Sumber : Balai PTPT Denpasar TA (2008)

Hasil perbandingan bambu laminasi dengan perekat *polymer isocyanate*

Tabel 6 Nilai Perbandingan Bambu Laminasi dengan Nilai Kuat Acuan Mekanis Kayu Kadar Air 15% (Mpa)

Kode mutu	Modulus Elastisitas Lentur Eb		Kuat Lentur Fb		Kuat Tarik Sejajar Serat Ft		Kuat Tekan Sejajar Serat Fc		Kuat Geser Fv		Kuat Tekan Tegak Lurus Serat Fc	
	SNI	Balam	SNI	Balam	SNI	Balam	SNI	Balam	SNI	Balam	SNI	Balam
E26	25000	46671	66		60	135.4	46	50.22	6.6	6.89	24	

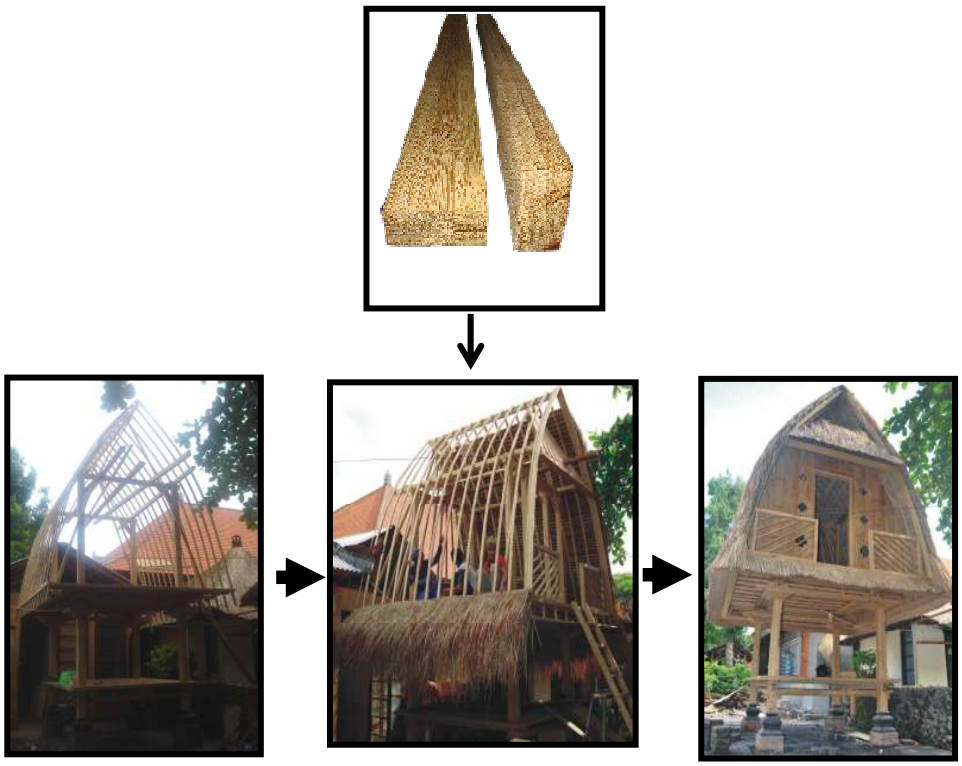
Kode mutu	Modulus Elastisitas Lentur Eb		Kuat Lentur Fb		Kuat Tarik Sejajar Serat Ft		Kuat Tekan Sejajar Serat Fc		Kuat Geser Fv		Kuat Tekan Tegak Lurus Serat Fc	
E25	24000		62	64.18	58		45		6.5		23	
E24	23000		59		56		45		6.4		22	
E23	22000		56		53		43		6.2		21	
E22	21000		54		50		41		6.1		20	19.81
E21	20000		56		47		40		5.9		19	
E20	19000		47		44		39		5.8		18	
E19	18000		44		42		37		5.6		17	
E18	17000		42		39		35		5.4		16	
E17	16000		38		36		34		5.4		15	
E16	15000		35		33		33		5.2		14	
E15	14000		32		31		31		5.1		13	
E14	13000		30		28		30		4.9		12	
E13	12000		27		25		28		4.8		11	
E12	11000		23		22		27		4.6		11	
E11	10000		20		19		25		4.5		10	
E10	9000		18		17		24		4.3		9	

Keterangan :
Balam = Bambu laminasi
SNI = Kelas kayu sesuai Standar Nasional Indonesia

Berdasarkan hasil perbandingan sifat mekanika bambu laminasi dengan nilai kuat acuan sifat mekanis kayu kadar air 15 %, bambu laminasi dengan perekat *polymer isocyanate* memiliki nilai karakteristik mekanika untuk Eb, Ft, Fc sejajar,dan Fv di atas kode mutu E26, yang mana kode mutu E26 termasuk kedalam kelas kuat kayu I. Sedangkan Fb masuk dalam kode mutu E25, dan Fc tegak lurus masuk dalam kode mutu E22

Apikasi

Uji coba penerapan teknologi bambu laminasi telah dilaksanakan dengan pembuatan bangunan tradisional Bali lumbung padi atau Jineng skala 1:1. Dari gambar 4 memperlihatkan dengan jelas bahwa 80% komponen struktural bangunan menggunakan bambu laminasi, seperti pada bagian stuktur kolom, balok, dan gelegar lantai, rangka atap, panel dinding, dan kaso yang dibuat melengkung. Konstruksi bangunannya menggunakan sistem bongkar pasang (*knock down*) dan setiap sambungannya menggunakan pasak dari bambu laminasi. Hal ini menunjukkan bahwa bambu laminasi dengan *polymer isocyanate* mampu diterapkan pada bangunan tradisional dengan kekuatan dan penampakan visual yang baik, sehingga produk bambu laminasi memiliki nilai yang sangat potensial sebagai bahan pengganti kayu di masa depan.



Gambar 10 Penerapan Teknologi Bambu Laminasi Pada Bangunan Lumbung /Jineng

V PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian tersebut di atas dipandang perlu disusun 3 (tiga) standar/pedoman, yaitu:

1. Spesifikasi Teknis

Hal-hal yang diatur dalam spesifikasi teknis bambu laminasi antara lain: Modulus elastisitas ; Kuat lentur; Kuat tarik sejajar serat; Kuat tekan sejajar serat; Kuat geser sejajar serat; Kuat tekan tegak lurus, untuk kondisi interior dan eksterior.

2. Tata cara

Ada 2 (dua) sandar/pedoman teknis tata cara yang akan disusun diantaranya

a. Tata cara Pengawetan Bambu untuk Bambu Laminasi

Dalam standar/pedoman teknis ini diatur hal-hal sebagai berikut :

- ❖ Ruang lingkup yang diperlukan untuk menghindari organisme perusak.
- ❖ Bahan yang digunakan adalah bambu petung, air, dan boron + 3%.
- ❖ Alat yang digunakan berupa bejana dalam proses pengawetan.
- ❖ Cara proses pengawetan dengan cara perendaman.
- ❖ Kondisi-kondisi yang dipersyaratkan.

b. Tata cara pembuatan Bambu Laminasi

Dalam standar/pedoman teknis ini diatur hal-hal sebagai berikut :

- ❖ Ruang lingkup proses pembuatan bilah-bilah bambu menjadi balok-balok bambu laminasi.
- ❖ Bahan yang digunakan bilah bambu dan polymer isocyanate.
- ❖ Alat yang digunakan adalah mesin serut, mesin gergaji circular, pres hidrolik, klem, klem C, mesin ketam, kunci pas, timbangan digital, koas, dan tempat penakaran.
- ❖ Cara/proses laminasi dengan cara kempa dingin.
- ❖ Kondisi-kondisi yang dipersyaratkan.

VI PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Guna menjamin mutu teknologi bambu laminasi sebagai pengganti kayu konstruksi perlu dilakukan perumusan standar/pedoman, antara lain :

1. Spesifikasi Teknis.
2. Tata cara Pengawetan Bambu untuk Bambu Laminasi.
3. Tata cara Pembuatan Bambu Laminasi.

5.2 Rekomendasi

Perlu disusun standar/pedoman proses pembuatan bambu laminasi tentang spesifikasi dan tata cara.

VII DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. *www.google.co.id/hutan-apriheri.pdf*
2. -------. *www.morisco-bamboo.com*
3. Balai Pengembangan Teknologi Pemukiman Tradisional. 2008. Peningkatan Kualitas & Pemanfaatan bahan Bangunan Lokal untuk Menunjang Pelestarian Arsitektur Tradisional. Laporan Akhir. Denpasar
4. Budi, Agus Setiya. 2006. Pengaruh Dimensi Bilah, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa terhadap Keruntuhan Lentur Balok Laminasi bambu Peting. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
5. Eratodi, I Gusti Lanang Bagus. 2006. Kuat Tekan Bambu Laminasi dan Aplikasinya Sebagai Kolom Ukir Pada Rumah Tradisional Bali (Bale Daje/Bandung). Tesis S2, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta (tidak diterbitkan)
6. Frick, Heinz. 2004. Seri Konstruksi Arsitektur – Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Edisi Pertama. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
7. Haniza, Sjelly. 2005. Perilaku Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung Terhadap Beban Lateral. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta (tidak diterbitkan)

8. Morisco. 2006. Teknologi Bambu, Bahan Kuliah Magister Teknologi Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
9. Oka, G. M., 2004, Pengaruh Pengempaan Terhadap Keruntuhan Geser Balok Laminasi Horisontal bambu Petung. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
10. Prayitno, T.A. 1995. Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Kayu menurut ISO, Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta

STANDARDISASI PENGAWETAN KAYU DAN BAMBU SERTA PRODUKNYA

Oleh
Barly[1]

Abstrak

Kayu, bambu dan produknya lama-kelamaan akan rusak, terutama disebabkan oleh organisme perusak kayu (OPK), seperti: bakteri, jamur, dan serangga. Pencegahan OPK dapat dilakukan dengan proses pengawetan, yaitu memasukkan bahan kimia beracun ke dalam kayu. Keberhasilan pengawetan selain ditentukan oleh sifat efikasi bahan pengawet juga bergantung pada sifat keterawetan kayu yang dicirikan oleh jenis kayu itu sendiri, keadaan kayu pada saat diawetkan, teknik dan bahan pengawet yang digunakan. Untuk dapat menjamin mutu hasil pengawetan yang baik diperlukan sistem pengawasan yang ketat. Guna keperluan pengawasan diperlukan ada spesifikasi atau standar yang memuat syarat dan proses pengawetan untuk berbagai jenis komoditas sebagai pedoman.

Kata kunci: standardisasi, pengawetan, kayu, bambu

[1] Peneliti di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor

I PENDAHULUAN

Menurut Tantra (2002), di Indonesia terdapat lebih dari 25.000 jenis tumbuhan yang berkembang biak dengan biji (*Spermatophyta*). Dari 3.233 jenis kayu yang sudah dikumpulkan, hanya sebagian kecil saja yang memiliki keawetan tinggi, yaitu kelas awet I dan II (14,3%) dan sisanya merupakan bagian terbesar yaitu 85,7% mempunyai keawetan rendah, kurang atau tidak awet (Martawijaya,1974). Selain kayu, bambu termasuk bahan berlignoselulosa yang banyak digunakan masyarakat sebagai bahan konstruksi dan barang kerajinan. Dari sekitar 1500 jenis bambu di dunia, 154 jenis terdapat di Indonesia, 131 jenis di antaranya merupakan tumbuhan asli (Wijaya *et al*., 2004). Bambu memiliki keawetan yang rendah, mudah diserang jamur dan serangga. Sifat tidak awet tersebut di atas tetap tidak berubah bila kayu dan bambu itu diolah menjadi suatu produk.

Kayu dan bambu merupakan bagian dari unsur komunitas hutan. Komoditas ini kemudian dipungut dan diangkut ke luar dari lingkungan hutan dan masuk ke dalam lingkungan pemukiman manusia untuk diolah melalui proses industri menjadi barang yang sesuai dengan keperluan manusia (Tarumingkeng, 2000). Industri pengolahan tersebut mempunyai peran strategis bagi perekonomian daerah dan negara karena mampu menyediakan lapangan pekerjaan, meningkatkan pendapatan masyarakat dan devisa bagi negara. Salah satu masalah yang dihadapi industri pengolahan kayu saat ini adalah berkenaan dengan ketersediaan bahan baku, baik dalam jumlah (volume) maupun mutu yang sesuai dengan kebutuhan. Beberapa jenis kayu yang sudah lama dikenal baik seperti jati (*Tectona grandis* L.f.), merbau (*Intsia spp*.), kamper (*Dryobalanops sp*.) dan keruing (*Dipterocarpus sp*.) mulai langka dan mahal harganya. Sebagai alternatif, kebutuhan dipenuhi oleh jenis kayu yang berasal dari hutan tanaman, kayu rakyat, kayu perkebunan dan kayu kurang dikenal yang umumnya memiliki sifat inferior, antara lain keawetannya rendah. Bahkan, kayu jati (*Tectona grandis* L.f) dan mahoni (*Swietenia sp*.) yang sudah lazim digunakan untuk barang kerajinan dan mebel, sekarang banyak diserang bubuk (Hartono,2007), karena berasal dari pohon yang muda.

Pengawetan kayu pada dasarnya merupakan tindakan pencegahan terhadap serangan organisme perusak kayu (OPK), seperti jamur, serangga dan binatang laut penggerek kayu. Tindakan pencegahan, pertama dilakukan pada dolok segar yang baru dipotong dan kayu gergajian basah terhadap serangan jamur biru dan kumbang ambrosia atau disebut pengawetan sementara (prophylactyc treatment).

Kedua, pencegahan yang bersifat jangka panjang atau permanen. Tindakan tersebut lebih dikenal dengan istilah pengawetan, bertujuan untuk meningkatkan keawetan atau daya tahan kayu terhadap OPK. Dengan demikian, melalui pengawetan mutu dan volume kayu dapat ditingkatkan. Jenis kayu kurang awet dan belum digunakan dapat dimanfaatkan dengan baik menjadi berbagai macam produk yang berarti dapat mencegah pemborosan, menambah ketersediaan kayu dan membuka peluang pasar. Selain itu, konsumen pemakai kayu akan memperoleh

kepuasan dan jaminan berupa kayu awet. Makalah ini menguraikan berbagai macam metode pengawetan sebagai bahan pertimbangan dalam standardisasi pengawetan kayu, bambu dan produknya.

II DASAR TEORI

Pengawetan kayu, suatu proses memasukkan bahan pengawet ke dalam kayu dengan tujuan meningkatkan daya tahan kayu terhadap organisme perusak kayu sehingga dapat memperpanjang masa pakai kayu (Anonim, 1999). Bahan pengawet kayu, yaitu bahan kimia tunggal atau campuran yang dapat mencegah kerusakan kayu terhadap salah satu atau kombinasi antara pelapukan *(decay)*, serangga (*termite*), binatang laut penggerek kayu (*marine borer*), api (*fire*), cuaca *(weathering),* penyerapan air dan reaksi kimia (Anonim, 1976). Pengawetan dapat dilakukan dengan dua cara, pertama terhadap dolok segar yang baru ditebang dan papan basah yang baru digergaji untuk mencegah jamur biru dan kumbang ambrosia. Kedua, terhadap kayu siap pakai dalam arti meningkatkan keawetan atau daya tahan kayu terhadap OPK. Keberhasilan dalam mencegah OPK selain ditentukan oleh sifat efikasi bahan yang digunakan juga ada hubungannya dengan retensi, penetrasi dan distribusi bahan pengawet tersebut di dalam kayu (Arsenault *dalam* Nicholas, 1988). Namun demikian, sebagai sarana produksi, pengawetan harus dilakukan secara efisien dan tepat, baik dari jenis, formulasi maupun prosesnya.

III METODE PENGAWETAN

Bahan pengawet kayu adalah pestisida yang bersifat racun sistemik, yaitu masuk ke dalam jaringan kayu kemudian bersentuhan atau dimakan oleh hama (sistemik) atau sebagai racun kontak, yaitu langsung dapat menyerap melalui kulit pada saat pemberian sehingga beracun bagi hama (Tarumingkeng, 2007). Penerapannya dapat dilakukan dengan berbagai macam cara mulai dari cara sederhana, seperti pelaburan, penyemprotan, pencelupan, perendaman, dan atau diikuti proses difusi sampai dengan cara vakum-tekan (Anonim, TT.; Findlay, 1962; Martawijaya, 1964 dan Hunt dan Garrat, 1986).

Bahan Pengawet

Bahan pengawet kayu yang dapat digunakan dapat dibagi ke dalam tiga kelompok besar, yaitu bahan pengawet: berupa minyak, larut dalam pelarut organik dan pelarut air (Hunt dan Garrat, 1986). Perbedaan bahan pengawet berupa senyawa organik dan anorganik dicirikan oleh bahan aktif, daya tahan terhadap pencucian, cara pemakaian dan tujuan akhir penggunaan kayu. Bahan pengawet pelarut organik dipakai pada pengawetan kayu kering. Sedang bahan pengawet pelarut air dapat dipakai pada mengawetkan kayu kering dan kayu basah. Bahan pengawet berupa minyak bentuk cairan, memiliki sifat menolak air, tidak mudah luntur, beracun

terhadap semua OPK, berbau tidak enak, merangsang kulit bagi orang yang peka, berwarna gelap dan meleleh kembali (*bleeding*) apabila kayu yang telah diawetkan kena panas matahari sehingga kayu tidak bisa dicat atau diplitur (Anonim, 1994).

Metode Pengawetan

Secara singkat metode pengawetan dibagi ke dalam dua golongan, yaitu cara tanpa tekanan (*non pressure process*) dan cara tekanan (*pressure process*). Proses tanpa tekanan atau disebut proses sederhana, seperti: pelaburan, penyemprotan, pencelupan, perendaman panas, dingin dan proses difusi mudah dalam penerapannya sehingga bisa dilakukan oleh semua orang. Proses tekanan relatif lebih sulit karena memerlukan peralatan yang mahal dan keahlian khusus dalam mengoperasikannya. Proses tekanan memiliki banyak variasi, tetapi secara teknis dapat dibagi atas dua golongan besar yaitu proses sel penuh (*full cell process*) seperti proses Bethel dan proses sel kosong (*empty cell process*) seperti proses Rueping. Kedua proses itu prinsip kerjanya sama yang berbeda pada pelaksanaan awal. Contoh pada proses sel penuh dilakukan vakum awal, pada proses sel kosong tanpa vakum tetapi langsung pemberian tekanan udara. Pengawetan dilakukan dalam tabung tertutup yang dibuat dari baja yang tahan terhadap tekanan tinggi sampai di atas 23,5 kg/cm^2 atau 250 psi. Masing-masing proses memiliki tujuan tertentu dan berhubungan dengan banyaknya bahan pengawet yang diserap (diabsorpsi) dan kedalaman penembusannya (Hunt dan Garrat, 1986; Anonim 1994).

Berdasarkan perkembangan untuk produk yang dibuat menggunakan perekat seperti kayu lapis, papan partikel dan papan serat bahan pengawet dicampur dengan bahan perekat sebelum produk itu dibuat.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Pengawet Kayu

Pemilihan bahan pengawet yang digunakan bergantung pada sifat kayu, umur layanan yang dibutuhkan dan daya cegah atau efikasinya. Formulasi bahan pengawet yang baik harus memiliki daya cegah yang memadai terhadap OPK, mampu menembus ke dalam kayu dengan baik, sifat kimianya stabil, mudah, murah dan aman digunakan, serta tidak mengurangi kekuatan dan stabilitas dimensi kayu (Anonim, 1994). Tentu tidak semua sifat di atas dimiliki oleh suatu jenis bahan pengawet. Namun demikian, pada waktu memilih bahan pengawet kayu, hal sebagai berikut perlu diperhatikan: (1) di mana kayu itu akan dipakai setelah diawetkan; (2) mahluk perusak kayu apa yang terdapat di tempat tersebut; dan (3) syarat kesehatan. Sebagai contoh, pada kayu yang akan digunakan di tempat yang lembab dengan resiko serangan perusak kayu yang hebat, perlu digunakan bahan pengawet yang tidak mudah luntur dan cukup beracun terhadap jamur. Bagi kayu untuk bangunan di bawah atap, perlu digunakan bahan pengawet yang tidak menggangu kesehatan manusia, tidak mempengaruhi cat, politur dan lain-lain. Untuk kayu yang dipakai di

luar ruang, digunakan tipe bahan pengawet yang tidak mudah luntur dan memiliki daya racun tinggi. Sedangkan kayu untuk perabot dapat diawetkan dengan bahan pengawet larut air tetapi tidak mengubah warna kayu.

Berdasarkan hasil pengujian efikasi terhadap organisme sasaran diperoleh nilai retensi yang menyatakan banyaknya bahan pengawet yang terdapat di dalam kayu, dinyatakan dalam satuan kg/m^3. Nilai retensi tersebut selanjutnya dicantumkan dalam standar pengawetan kayu. Masing-masing formulasi biasanya mempunyai nilai retensi sendiri yang besarnya bergantung kepada kondisi di mana kayu digunakan. Di Indonesia, bahan pengawet kayu termasuk pestisida yang peredaran dan penggunaannya harus mendapat izin Menteri Pertanian (Anonim, 2003). Sampai saat ini, formlasi yang sudah diizinkan berjumlah 49 jenis yang semuanya masih diimpor. Peracunan tanah, pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung, serta mebel masing-masing dapat mengunakan sembilan, lima dan tiga formulasi. Untuk pencegahan sementara pada kayu basah terhadap serangan jamur biru dan kumbang ambrosia masing-masing 10 dan enam formulasi, tetapi dua dari enam formulasi untuk mencegah kumbang ambrosia dapat digunakan unuk peracunan tanah dan satu formulasi untuk mencegah jamur biru dapat digunakan untuk mencegah ayap kayu kering. Dari 49 jenis formulasi yang diizinkan, masing-masing satu jenis di antaranya dapat digunakan sebagai pasak dan dengan proses pelaburan serta sebanyak 18 formulasi belum jelas penggunannya (Abdurrochim, 2009).

Metode Pengawetan

Teknik pengawetan yang dipilih berpengaruh kepada hasil pengawetan. Pemilihan cara pengawetan selain tergantung kepada tempat di mana akan digunakan, perlu juga dipertimbangkan faktor jenis dan keadaan kayu, bahan pengawet yang digunakan serta faktor ekonomisnya. Karena tidak semua teknik pengawetan dapat mencapai nilai retensi yang ditentukan. Oleh karena itu dalam standar pengawetan kayu biasanya hanya mencantumkan teknik tertentu. Contoh, dalam standar pengawetan kayu perumahan dan gedung disebutkan empat metode, yaitu vakum-tekan, rendaman panas, rendaman dingin dan difusi (Anonim, 1999) dan dalam standar pengawetan tiang kayu hanya mencantumkan proses sel penuh (Anonim, 1992). Teknik pengawetan selain berpengaruh terhadap retensi, juga terhadap penembusan atau penetrasi bahan pengawet ke dalam kayu, yang dinyatakan dalam mm. Nilai penembusan juga merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam standar pengawetan kayu yang besarnya bergantung kepada komoditas yang diawetkan. Sebagai contoh, nilai penembusan untuk kayu perumahan dan gedung minimum10 mm (Anonim, 1999) dan untuk tiang kayu minimum 25 mm (Anonim, 1992).

Pengawetan kayu basah

A. Pelaburan dan penyemprotan

Beberapa jenis kayu seperti ramin (*Gonystylus bancanus* Kurz),meranti (*Shorea spp*.), pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vr.), karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) dan jelutung (*Dyera* spp.) baik dalam bentuk dolok segar yang baru ditebang dan papan basah yang baru digergaji, mudah sekali diserang jamur biru dan kumbang amborosia (Martawijaya, 1988). Untuk mencegah serangan jamur biru dan kumbang ambrosia pada dolok dan pada kayu gergajian basah dapat dipergunakan pestida yang sesuai dengan cara penyemprotan, pelaburan dan pencelupan (Abdurrochim dan Martono, 1999) atau dengan bantuan konveyor, kayu dilewatkan pada bak yang berisi larutan pengawet sampai seluruh permuakan kayu basah. Banyaknya larutan yang diserap kira-kira 150-200 ml/m^2 permukaan kayu dan untuk memperoleh hasil baik, pelaburan diulangi 2-3 kali setelah laburan pertama dan kedua kering.

B. Difusi

Ada tiga metode pengawetan secara difusi yang lazim dipraktekkan secara komersial menggunakan senyawa boron (*Boric Acid Equivalent* =BAE) yaitu pemanasan dan rendaman dingin (*steaming and cold quench*), rendaman panas (*hot immersion*) dan pencelupan (*momentary immersion*) (Anonim, 1962). Proses difusi terdiri dari dua tahap, yaitu pertama tahap pemasukan bahan pengawet pada permukaan atau di bagian luar kayu; kedua tahap penyimpanan (*diffusion storage*) agar proses difusi berlangsung dengan baik. Proses pemasukan bahan pengawet dapat dilakukan dengan cara:

1. Pemanasan dan rendaman dingin

Cara ini digunakan apabila kayu yang akan diawetkan masih basah bercampur dengan kayu yang sudah kering. Kayu yang akan diawetkan ditumpuk secara teratur di dalam ruang atau tangki pengawetan. Antara tumpukan dipasang kayu pengganjal (*sticker*) berukuran tebal 1,25 cm. Ke dalam ruang tersebut dialirkan uap panas, suhu 82°C selama beberapa jam. Lama waktu pengaliran uap panas bergantung ukuran tebal kayu. Untuk papan tebal 2,5 cm pemberian uap panas minimum 3 jam. Selesai pemberian uap, ke dalam ruang tersebut segera dimasukkan larutan bahan pengawet encer (2% - 3%), kayu dibiarkan terendam selama 15 jam, kemudian larutan dikeluarkan kembali ke dalam bak persediaan. Kayu yang telah diawetkan disimpan dalam ruang tertutup sedemikian rupa sehingga proses difusi berlangsung dengan baik. Lama penyimpanan (*diffusion storage*) beberapa minggu bergantung kepada jenis dan ukuran tebal kayu yang diawetkan.

2. Rendaman panas

Cara ini lazim digunakan pada pengawetan kayu gergajian yang masih basah atau lembab, maksimum 14 hari setelah proses penggergajian. Seperti cara pertama, kayu yang akan diawetkan ditumpuk secara teratur di dalam ruang atau tangki pengawetan. Ke dalam ruang tersebut dimasukkan larutan bahan pengawet encer (3% - 6%), panas pada suhu 82°C selama beberapa jam bergantung ukuran tebal

kayu. Untuk papan yang berukuran tebal 2,5 cm lama waktu perendaman panas berkisar antara 2 - 4 jam. Selesai perendaman kemudian larutan dikeluarkan kembali ke dalam bak persediaan. Kayu yang telah diawetkan disimpan dalam ruang tertutup sedemikian rupa sehingga proses difusi berlangsung dengan baik. Lama penyimpanan (*diffusion storage)* beberapa minggu bergantung kepada jenis dan ukuran tebal kayu yang diawetkan.

3. Pencelupan

Proses difusi dengan cara pencelupan, pelaburan dan penyemprotan prinsip kerjanya sama dengan cara pertama dan kedua. Bedanya, pada cara ini digunakan larutan bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi berkisar antara 20% - 40%. Pelaburan dilakukan bagi kayu yang ukuran besar tetapi jumlahnya sedikit. Apabila kayu yang akan diawetkan jumlahnya banyak, kayu tersebut diikat dalam ikatan besar (bundel), kemudian dicelupkan ke dalam larutan yang sudah disiapkan. Kayu yang telah diawetkan disimpan dalam ruang tertutup sedemikian rupa sehingga proses difusi berlangsung dengan baik. Lama penyimpanan (*diffusion storage)* beberapa minggu bergantung kepada jenis dan ukuran tebal kayu yang diawetkan.

4. Proses difusi lain

Sebelum senyawa boron diperkenalkan sebagai bahan pengawet kayu cara difusi yang lazim dilakukan adalah proses osmose, penggunaan balutan bahan pengawet dan difusi berganda (*double diffusion*) (Hunt dan Garrat, 1986).

a. Proses osmose

Proses osmose prinsipnya sama, yaitu dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama bahan pengawet berupa *cream* atau pasta dilaburkan pada permukaan kayu yang masih basah; tahap kedua kayu yang sudah dilaburi dengan cepat ditumpuk (tanpa pengganjal) dan ditutup rapat dengan bahan kedap air untuk mencegah penguapan. Lama penyimpanan (*diffusion storage)* beberapa minggu bergantung kepada jenis dan ukuran tebal kayu yang diawetkan.

b. Proses balutan (*bundage*)

Proses tersebut dikembangkan di Jerman dan dikenal dengan nama proses AHIG. dilakukan pada pengawetan kayu tiang yang masih basah dan atau yang sudah terpasang dalam rangka pemeliharaan. Bagian pangkal tiang yang memungkin terjadinya serangan OPK dilaburi cream bahan pengawet kemudian dibungkus atau dililiti dengan pembalut yang berisi bahan pengawet berupa pasta (band aid).

c. Difusi berganda

Dilakukan dengan cara: pertama, kayu direndam dalam larutan tembaga sulfat (terusi) selama waktu yang cukup untuk terjadinya proses difusi; kemudian diangkat dan direndam kembali dalam larutan yang mengandung sodium dikhromat. Perlakuan tersebut diharapkan terbentuk endapan tembaga-khromat di dalam kayu yang beracun terhadap jamur dan tahan terhadap pelunturan.

Pengawetan kayu kering

Kayu yang harus diawetkan adalah jenis kayu yang memiliki keawetan alami rendah, yaitu kelas awet III, IV dan V (Oey Djoen Seng, 1964) serta kayu gubal dari kelas awet I dan kelas awet II. Untuk memperoleh hasil pengawetan yang baik perlu diperhatikan hal berikut : Kayu yang akan diawekan harus memiliki kadar air yang sesuai dengan metode pengawetan yang akan dipakai, yaitu: (1) kering udara sampai maksimal 35% untuk proses vakum-tekan; (2) kering udara sampai maksimal 45% untuk proses rendaman dingin dan rendaman panas dingin. Permukaan kayu harus bersih, bebas dari segala macam kotoran dan tidak berkulit. Kayu harus sudah siap pakai, sehingga tidak diperlukan lagi pemotongan, penyerutan atau jenis pengerjaan lain. Apabila terpaksa, maka bagian yang terbuka harus dilabur dengan bahan pengawet yang pekat secara merata (Martawijaya dan Barly, 1991).

A. Pelaburan, pemulasan dan penyemprotan

Pengawetan dengan cara tersebut dapat dilakukan dengan alat sederhana. Cairan bahan pengawet larut organik atau berupa minyak dengan kekentalan rendah lazim digunakan dalam pengawetan kayu kering yang sudah siap pakai atau sudah terpasang. Pada kayu yang sudah terpasang pelaburan dapat diulangi secara periodik setiap 2 - 3 tahun. Bahan pengawet yang masuk ke dalam kayu sangat tipis. Penembusan akan lebih dalam apabila terdapat retak. Cara tersebut hanya dipakai untuk maksud terbatas, yaitu membunuh serangga atau perusak yang belum banyak pada kayu yang sudah terpasang (represif). Selain pada kayu, juga dapat dilakukan pada kayu lapis, bambu dan produknya.

B. Pencelupan

Pengawetan kayu dengan cara pencelupan, hasilnya akan lebih baik dibandingkan dengan cara pelaburan atau penyemprotan karena bahan pengawet akan mengenai seluruh permukaan. Lama waktu pencelupan dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau standar. Biasanya waktu pencelupan dalam larutan pengawet pelarut organik atau minyak lebih singkat, yaitu kurang dari satu jam, sementara apabila digunakan bahan pengawet pelarut air lebih lama. Kelemahan cara tersebut adalah penembusan dan retensi yang diharapkan tidak memuaskan. Karena hanya melapisi permukaan kayu sangat tipis, tidak berbeda dengan cara penyemprotan dan pelaburan. Cara tersebut dipraktekkan pada pengawetan bambu dan industri kayu lapis dalam mengawetkan venir serta di industri penggergajian untuk mencegah jamur biru.

C. Rendaman panas-dingin

Metode rendaman panas-dingin merupakan salah satu proses sederhana untuk mengawetkan kayu kering dan setengah kering yang umum digunakan sebagai bahan konstruksi rumah dan gedung (Anonim, 1999). Dalam cara ini kayu direndam dalam bak pengawetan yang terbuat dari logam, kemudian larutan bersama isinya

dipanaskan selama beberapa jam dan dibiarkan tetap terendam sampai larutan dingin. Cara lain dilakukan, kayu berserta larutan dipanaskan beberapa jam, kemudian kayu diangkat dan dimasukkan ke dalam bak lain yang bersi larutan dingin. Suhu pemanasan berkisar 70°C atau 80 – 95°C apabila kreosot yang digunakan (Anonim, 1969). Karena pemanasan, udara yang ada di dalam kayu mengembang dan pemanasan dihentikan jika tidak ada lagi gelembung udara ke luar. Lama waktu perendaman bergantung kepada jenis kayu dan ukuran tebal sortimen atau perendaman dihentikan apabila berat contoh uji sebelum dan semudah diawetkan menunjukkan nilai retensi yang dikehendaki. Cara tersebut sangat cocok untuk mengawetkan kayu yang memiliki kelas keterawetan mudah dan sedikit sukar diawetkan dengan cara tekanan.

D. Perendaman dingin

Metode rendaman dingin merupakan salah satu proses sederhana untuk mengawetkan kayu kering dan setengah kering yang umum digunakan sebagai bahan konstruksi rumah dan gedung (Anonim, 1999). Bak pengawetannya dapat dibuat dari besi, kayu atau beton bergantung kepada keperluan. Dalam cara ini kayu direndam dalam bak pengawetan dan dibiarkan tetap terendam. Lama waktu perendaman bergantung kepada jenis kayu dan ukuran tebal sortimen atau perendaman dihentikan apabila berat contoh uji sebelum dan semudah diawetkan menunjukkan nilai retensi yang dikehendaki. Cara tersebut sangat cocok untuk mengawetkan kayu yang memiliki kelas keterawetan mudah dan sedikit sukar diawetkan dengan cara tekanan.

E. Vakum - tekan

Salah satu keistimewaan dari proses ini adalah waktu pengawetan relatif cepat dan jalannya dapat dikendalikan sehingga retensi dan penembusan bahan pengawet dapat disesuaikan dengan komoditas dan tujuan akhir penggunaan kayu. Pengawetan dilakukan dalam tabung tertutup dengan tekanan tinggi yaitu yaitu antara 800 kPa- 1400 kPa. Banyak variasi dalam proses tekanan, tetapi prinsip kerjanya sama dan secara garis besar dibagi atas dua golongan yaitu proses sel penuh (*full cell process*) dan sel kosong (*empty cell process*) Proses sel penuh digunakan apabila menginginkan absorbsi larutan dalam kayu maksimum. Sedangkan proses sel kosong diperlukan apabila apabila tujuannya untuk memperoleh penembusan sedalam-dalamnya dengan retensi yang minimum, menggunakan bahan pengawet creosote dan pelarut minyak.

Dalam proses tekanan, kayu yang akan diawetkan disyaratkan harus dalam keadaan kering atau kadar air maksimum 30%. Akan tetapi bagi kayu yang rentan terhadap jamur biru dan kumbang ambrosia dapat dilakukan dalam keadaan segar atau basah dengan proses tekanan berganti (*Alternating Pressure Method*) atau vakum-tekan berganti (*Oscillating Pressure Method*).

Pengawetan bambu

Secara anatomis bambu berbeda dengan kayu. Batang bambu berlubang, berbuku dan beruas. Kulit batang tidak mengelupas, melekat kuat dan sukar ditembus oleh cairan. Batang bambu dalam keadaan utuh relatif lambat kering dan pengeringan yang terlalu cepat menyebabkan pecah atau retak.

A. Pengawetan bambu basah

1. Proses boucherie

Proses ini dilakukan pada bambu yang baru ditebang, yaitu batang belum dibersihkan, cabang dan daun masih lengkap. Pada bagian pangkal batang dihubungkan dengan bak yang berisi larutan pengawet. Bahan pengawet masuk melalui bidang potong dan dari bagian dalam menembus sampai ke ujung batang dengan bantuan proses penguapan (George *dalam* Findlay, 1985). Bidang penyerapan larutan dapat diperluas dengan cara menguliti bagian pangkal batang agar waktu pengawetan lebih pendek. Dalam proses itu, waktu pengawetan dipengaruhi oleh antara lain: jenis dan kadar air bambu, iklim serta bahan pengawet yang digunakan. Sebagai contoh pengawetan bambu *Dendrocalamus strichus* pada kadar air 72,1% menggunakan 10% $ZnCl_2$ diperoleh retensi 12,6 kg/m^3 dan pada *Bambusa polymorpha* pada kadar air 110% diperoleh retensi 28,4 kg/m^3 pada panjang yang sama, yaitu 7,2 m (George *dalam* Findlay, 1985). Pada bambu ater (*Gigantochloa atter* Kurz.) menggunakan campuran boraks, asam borat dan polybor dalam waktu 1 hari 75% dari panjang batang sudah ditembus bahan pengawet dengan retensi 7,24 kg/m^3 (Barly dan Sumarni, 1997).

2. Modifikasi proses boucherie

Dilakukan dengan cara ujung ranting dan pohon dipangkas. Kemudian pada bagian pangkal batang yang baru ditebang dipasang selubung kedap air dan dengan bantuan pompa tekan, secara hidrostatis larutan bahan pengawet dimasukkan dan mendorong cairan yang terdapat di dalam batang bambu ke luar (Kumar *et al.*,1994). Suardika (1994) menggunakan pompa listrik dengan tekanan 2 kg/m^2 untuk menggantikan pompa air sederhana dan Morisco (1999) menggantinya dengan tabung udara yang dapat dipompa secara manual bertekanan 3 kg/m^2 – 5 kg/m^2.

B. Pengawetan bambu kering

Pengawetan bambu dalam keadaan utuh dengan cara vakum-tekan jarang dilakukan karena mudah pecah, tetapi jika diperlukan ruas antar buku harus dilubangi. Pembuatan lubang di ruas juga berlaku pada pengawetan dengan cara rendaman dingin, rendaman panas-dingin atau pencelupan agar penembusan bahan pengawet merata. Cara rendaman, pencelupan dan pelaburan dapat dilakukan terhadap bambu kering berupa bilah dan sayatan.

Pengawetan produk kayu berperekat

Bahan pengawet dan perekat yang digunakan harus memiliki sifat yang sesuai satu sama lain (*compatible*), sebab akan berpengaruh terhadap keteguhan rekat. Penerapan pengawetan dapat dilakukan dengan proses sederhana atau vakum-tekan. Contoh, proses pencelupan, pelaburan dan tekanan dapat dipakai pada venir yang selanjutnya dibuat kayu lapis (Anonim.1959). Proses vakum-tekan juga dapat dipakai pada kayu lapis yang sudah jadi (Abdurrochim dan Barly,2002). Cara pertama lebih baik daripada cara kedua karena bahan pengawet masuk ke dalam venir yang setelah menjadi kayu lapis berarti masuk ke dalam semua bagian kayu lapis. Cara tersebut dapat dilakukan pada balok dan papan yang selanjutnya dibuat kayu lamina atau terhadap balok dan kayu lamina yang sudah jadi. Sejalan dengan perkembangan, pencampuran bahan pengawet ke dalam perekat dapat dilakukan sepanjang produk yang dihasilkan memenuhi persyaratan standar. Contoh, pemakaian bahan pengawet organik pelarut air (emulsi atau dispersi) dalam jumlah yang minimal, seperti penggunaan permetrin pada perekat fenol formaldehida dalam pembuatan kayu lapis (Sulastiningsih *et al*. 1997; 2000) dapat memenuhi persyaratan keteguhan rekat menurut standar Indonesia dan standar Jepang. Penggunaan alfametrin dan foksim masing-masing ke dalam perekat urea formaldehida dalam pembuatan papan partikel (Memed, *et al*., 1992; 1993) dapat memenuhi standar FAO bagi *medium density* dan standar Jepang tipe 150. Hasil tersebut mungkin akan berbeda jika dipakai bahan pengawet anorganik karena akan meningkatkan kekentalan perekat. Persyaratan retensi bahan pengawet disebutkan dalam standar produk yang bersangkutan, seperti dalam SNI Venir lamina (Anonim. 2000).

V PENUTUP

Kayu dan bambu merupakan salah satu sumber daya alam yang penting di Indonesia dan sebagian besar dimanfaatkan antara lain untuk konstruksi atau pertukangan. Industri pengolahan kayu dan bambu telah berkembang dengan baik dan produknya beraneka ragam sehingga memperbesar peluang pasar. Usaha pengolahan untuk peningkatan mutu baik yang menyangkut bahan baku maupun produk masih perlu ditingkatkan. Sejalan dengan jenis kayu yang sudah dikenal baik mulai langka dan kebutuhan dipenuhi oleh jenis kayu cepat tumbuh yang umumnya memiliki sifat inferior, antara lain keawetannya rendah.

Pengawetan kayu dan bambu sebagai upaya mencegah OPK mempunyai manfaat besar dalam mengatasi pemborosan penggunaan kayu serta bambu dan perluasan lapangan kerja. Jenis kayu bediameter kecil dan jenis kayu yang belum digunakan dapat dimanfaatkan dengan baik. Kegiatan itu, sejalan dengan program pengelolaan sumberdaya hutan secara berkelanjutan. Dengan demikian, melalui standardisasi pengawetan kayu dan bambu diharapkan dapat menciptakan industri kayu dan bambu yang tangguh dan mampu bersaing di pasar global.

Keberhasilannya tentu sangat bergantung pada bagaimana cara mengelola dan memanfaatkannya. Keterlibatan semua pihak yang berkepentingan sangat diperlukan.

VI DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. TT. Boron in timber preservation. Borax Consolidated Limited. Borax House, London
2. ---------- 1959. The preservation of plywood veneers with boron. Borax Consolidated Limited, Borax House, Carlisle Place, London,S.W.1
3. ---------- 1969. The hot and cold open tank process of impregnating timber. Technical Note No.42. Minstry of Technology Forest Products Research Laboratory. Princes Risborough, Aleysbury
4. ----------. 1976. Glossary of Terms in Wood Preservation. American Wood Preserver's Association Standard, New York-Washington
5. ---------- 1992. Pengawetan tiang kayu dengan proses sel penuh. SNI 04-3232-1992. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
6. ---------- 1994. Environmental aspects of industrial wood preservation. Technical Report Series No.20. UNEP IE/PAC FAO, Paris
7. ---------- 1999. Pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung. SNI 03-5010.1-1999. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
8. ---------- 2000. Venir lamina. SNI 01-6240-2000.Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
9. ---------- 2003. Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Direktorat Jendral Bina Sarana Pertania. Dpartemen Pertanian. Jakarta
10. Abdurrochim, S. dan D. Martono.1999. Pencegahan serangan jamr biru pada dolok dan papan gergajian. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
11. ---------- dan Barly. 2002. Pengawetan kayu kamper dan kayu lapis untuk menara pendingin PT Pupuk Kujang Cikampek. Info Hasil Hutan 9(1):18-22
12. ----------. 2009. Penggunaan bahan pengawet kayu di Indonesia. Buletin Hasil Hutan 14(2): 107-115
13. Barly dan G. Sumarni. 1997. Cara sederhana pengawetan bambu segar. Buletin Penelitian Hasil Hutan 15(2):77-86
14. Findlay, W.P.K. 1962. The Preservation of Timber. Adam & Charles Black. London.
15. ---------- 1985. Preservation of Timber in the Tropics. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dondrecht

16. Hartono. 2007. Estimasi kebutuhan kayu dan teknologi untuk barang kerajinan dan mebel. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Hasil Hutan. Bogor, 25 Oktober . Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor
17. Hunt, G.M. dan G.A.Garrat. 1986. Pengawetan Kayu; Penterjemah: Mohamad Jusup; ed. Soenardi Prawirohatmodjo. Akademika Pressindo, Jakarta.
18. Kumar, S.;K.S.Shula. I.Dev; P.B. Dobriyal. 1994. Bamboo Preservation Techniques. INBAR and ICFRE, New Delhi
19. Oey Djoen Seng. 1964. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian berat kayu unuk keperluan praktek. Pengumuman No.1. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor
20. Martawijaya, A. 1974. Problems of wood preservation in Indonesia. Kehutanan Indonesia 1: 460-469
21. ---------- 1988. Proteksi kayu terhadap kumbang ambrosia dan blue stain. Makalah disajikan pada Musyawarah Anggota Assosiasi Pengawetan Kayu.Hotel Orchid, Jakarta 21-22 Januari, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor
22. ---------- dan Barly. 1991. Petunjuk teknis pengawetan kayu bangunan dan gedung. No.01/Th.I/91. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta
23. Morisco.1999. Rekayasa Bambu. Nafiri Offset, Yogyakarta
24. Memed, R.; I.M. Sulastingsih, dan P. Sutigno. 1993. Pengaruh bahan pengawet Phoxim terhadap sifat papan partikel kayu karet (Hevea brasilinsis). Jurnal Penelitian Hasil Hutan 11(8): 329-332
25. ---------- 1992. Pengaruh senyawa boron terhadap sifat papan partikel kayu karet (*Hevea brasiliensis*) Jurnal Penelitian Hasil Hutan 10(5): 160-166
26. Nicholas, D.D. 1987. Deteriorasi Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-perlakuan Pengawetan. Penerjemah Haryanto Yoedibroto. Airlangga University Press, Yogyakarta
27. Suardika, K.1994. Pengawetan bambu dengan metode Bucherie yang dimodifikasi. Yayasan Bambu Lestari. Ubud
28. Sulastiningsih, I.M. dan Jasni. 1997. Pengaruh bahan pengawet terhadap keteguhan rekat dan keawetan kayu lapis tusam (*Pinus merkusii*). Bulelin Penelitian Hasil Hutan 15(4): 235-246
29. ----------, Jasni dan P. Sutigno. 2000. Pengaruh jenis kayu dan permetrin terhadap keteguhan rekat dan keawetan kayu lapis.Buletin Penelitian Hasil Hutan 18(2): 55-67
30. Tantra, I.G.M. 2001. Flora Indonesia: keragaman dan berbagai aspeknya. Materi kuliah Ilmu Lingkungan II. Program Pascasarjana Universitas Pakuan. Bogor
31. Tarumingkeng, R.C. 2000. Manajemen Deteriorasi Hasil Hutan. Ukrida Press. Jakarta

32. ----------2007. Pestida dan penggunaannya http:tumouteo.net/TOX/PESTISIDA.htm. p:1-13
33. Wijaya, E.A., N.W. Utami dan Saefudin. 2004. Buku panduan membudidayakan bambu. Pusat Penelitian Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor

STANDARISASI BAMBU SEBAGAI BAHAN BANGUNAN ALTERNATIF PENGGANTI KAYU

Oleh

Purwito[1]

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

Abstrak

Keberadaan kayu konstruksi yang semakin langka sudah banyak dibahas oleh para ahli dan pemerhati dalam berbagai forum seperti seminar, workshop, media cetak dan elektronik. Pada dasarnya, kehawatiran akan keberadaan kayu konstruksi akan berdampak pada kurangnya pasokan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan perumahan di masa mendatang.

Beberapa produksi bahan bangunan alternatif sebagai pengganti kayu untuk komponen struktur dan nonstruktur sudah banyak di produksi seperti, baja ringan (*light weight steel*), aluminium, PVC dll, tetapi masih mahal dan belum terjangkau oleh masyarakat menengah ke bawah bahkan untuk produk rumah massal belum dapat menurunkan harga jual rumah. Di lain pihak, bambu yang sudah lama dikenal oleh masyarakat sejak nenek moyang kita ada belum banyak disentuh, padahal bahan ini memegang peranan penting dalam kehidupan mereka dan telah dipakai untuk berbagai keperluan seperti, alat rumah tangga, musik, makanan, obat, perabotan dapur serta konstruksi bangunan (rumah, jembatan) dll.

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan bambu telah banyak dilakukan dan dipresentasikan dalam berbagai pertemuan ilmiah seperti seminar, workshop dll, tetapi hasil dari pertemuan ilmiah tersebut belum ada yang dimanfaatkan dalam mengarahkan penelitian bambu di Indonesia. Hal ini disebabkan karena penelitian bambu yang dilaksanakan oleh kalangan Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian Pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat dan Sektor Swasta dikerjakan secara sporadis, terpisah dan sendiri-sendiri serta belum adanya acuan yang baku untuk dipakai sebagai rujukannya. Akhirnya sangat sedikit aktifitas ini yang ditujukan untuk mendukung kebutuhan masyarakat serta pengusaha bambu secara langsung. Peranan bambu sebagai bahan bangunan alternatif untuk industri berbahan kayu yang sedang menghadapi kesulitan dalam mendapatkan bahan baku sangat sedikit sehingga Indonesia belum mendapatkan keuntungan dari bambu.

Sudah waktunya Indonesia mempunyai standar bambu yang berlaku secara nasional dengan merujuk pada standar bambu internasional yang sudah ada seperti, ISO 22156 (2004) dan ISO 22157-1: 2004 (E) yang disesuaikan dengan jenis bambu yang ada di Indonesia. Langkah awal untuk maksud ini sudah dimulai dari di Puslitbang Permukiman dengan menghadirkan para ahli/peneliti bambu dari UGM, ITB, IPB, LIPI, PROSEA dan Puslitbang Permukiman yang hasilnya dapat dipakai sebagai informasi awal untuk langkah-langkah selanjutnya dalam merealisasikan standar bambu.

Dengan tersedianya standar bambu untuk bangunan diharapkan produk yang menggunakan bambu dapat lebih berkualitas, lebih lama umur pakainya, seragam dalam penggunaannya, dapat meningkatkan nilai tambah bambu sehingga dapat menggantikan peran kayu di masa mendatang.

Kata kunci: bambu bahan alternatif pengganti kayu, standarisasi bambu sebagai bahan konstruksi

[1] Peneliti pada Bahan Bangunan Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum

I. LATAR BELAKANG

Perkembangan bahan bangunan di Indonesia khususnya untuk bahan bangunan organik seperti kayu, sudah hampir dipastikan akan mempunyai banyak kendala baik dari keberadaan maupun kualitasnya dimasa mendatang.

Persediaan kayu untuk industri menurun drastis dari 35 juta m^3 per-tahun manjadi 7 m^3 per-tahun sehingga banyak pabrik pengolah kayu bangkrut karena kekurangan bahan baku. Beberapa seminar atau workshop yang dihadiri oleh para ahli bahkan melalui berita-berita di media masa banyak memberitakan keberadaan kayu konstruksi sudah sangat mengkhawatirkan terutama untuk kayu konstruksi dan akan mempengaruhi laju pembangunan khususnya perumahan.

Karena banyaknya pabrik atau industri perkayuan yang bangkrut akibat dari kekurangan bahan baku, pemerintah berusaha akan memfasilitasi impor kayu dari beberapa negara yang kini memiliki stok kayu dan menjadi eksportir di antaranya yaitu China, Malaysia, Jepang dan beberapa negara tetangga lainnya (ungkapan staf ahli menteri kehutanan, Made Subadya dalam acara rapat koordinasi pembangunan kehutanan se Kalimantan di Hotel Banjarmasin International). Ironis sekali, karena negara-negara tersebut dulunya adalah negara pengimpor kayu dari Indonesia.

Beberapa produksi bahan bangunan alternatif pengganti kayu untuk komponen struktur dan nonstruktur telah banyak di produksi seperti, baja ringan (*light weight steel*), aluminium, PVC, dll, tetapi, faktor harga masih menjadi kendala sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat golongan menengah ke bawah bahkan untuk rumah yang dibangun secara massal belum dapat menurunkan harga jual rumah.

Keadaan ini akan terus berlangsung selama kebutuhan akan kayu terus meningkat sejalan dengan perkembangan pembangunan yang pesat, selama bahan pengganti kayu belum ada padahal, kita mempunyai bambu yang merupakan bahan bangunan yang dapat diperbarui (*renewable*), sudah dikenal sejak nenek moyang kita dengan potensi yang belimpah dan belum maksimal dimanfaatkan. Sampai saat ini bambu hanya dipakai sebagai alat rumah tangga, perabotan dapur dan konstruksi bangunan (rumah, jembatan) dll. Untuk bahan konstruksi, bambu digunakan secara utuh dalam bentuk bulat dengan sistem sambungan konvensional (pasak dan ijuk) tetapi sekarang bambu diolah terlebih dahulu menjadi bahan jadi seperti, panel bambu, balok bambu, bambu lapis, dll, sehingga bentuk lebih modern dan pemakaiannya lebih praktis.

Kelebihan konstruksi tradional bambu sebetulnya sudah dibuktikan pada konstruksi rumah di daerah gempa, dimana pasca bencana (gempa) konstruksi rumah dengan sistem rangka bambu atau kayu masih utuh berdiri sedangkan bangunan dengan konstruksi pasangan bata atau rangka beton banyak yang runtuh berarti, konstruksi ini sangat cocok dipakai di daerah-daerah berpotensi gempa di Indonesia karena lebih elastis terhadap gempa.

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

Memang ada beberapa kelemahan bambu seperti, rentan terhadap serangan hama perusak kayu (rayap, bubuk dan jamur) sehingga umurnya pendek, rentan terhadap api, panjang dan ukurannya tidak seragam, sulit dalam penyambungannya pada konstruksi, dll. Lebih jauh lagi bambu oleh masyarakat masih diidentikan dengan kemiskinan karena desain yang ada masih sangat sederhana dan umumnya dibangun di pedesaan.

Kelemahan bambu tersebut sekarang sudah dapat diatasi dengan perkembangan teknologi yang ada misalnya, dengan diawetkan untuk mencegah serangan hama perusak kayu, diciptakan bermacam teknologi sambungan dengan menggunakan bambu atau bahan lain seperti kayu, plastik atau logam.

Permasalahan yang terjadi adalah, semua teknologi yang diciptakan tersebut belum dapat diterapkan oleh masyarakat karena belum adanya standar/pedoman yang dapat dipakai sebagai acuan dalam bekerja dengan bambu sehingga sulit untuk menilai atau menentukan nilai keandalan desain konstruksi bambu. Tanpa standar maka pemanfaatan bambu tidak dapat terukur, baik dari keseragaman maupun kualitas produknya, mengingat jenis bambu di Indonesia lebih dari 100 buah.

Pembuatan standar dapat dilakukan dalam skala prioritas sesuai dengan kebutuhan, dengan merujuk pada hasil penelitian, standar yang sudah ada seperti, ISO 22156 dan 22157, 2004 atau technical report ISO/TR 22157-2, 2004 mengenai cara uji fisik mekanik bambu dan manual cara test bambu di laboratorium atau standar lain seperti pedoman konstruksi rumah bambu dengan sebelumnya disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Untuk saat ini yang diperlukan adalah, Standar Bambu untuk Konstruksi Bangunan dan Teknologi Cara Pengawetan Bambu dengan cara menggabungkan teknologi tradisional yang dianggap layak dengan teknologi modern.

Diharapkan dengan adanya standar ini, bambu dapat digunakan secara optimal dengan kualitas yang memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.

II. TINJAUAN PUSTAKA

SPM merupakan singkatan dari Standar Pedoman dan Manual yang masing-masing mempunyai arti sebagai berikut:

1. ***Standar*** adalah, spesifikasi teknis atau sesuatu yang dibakukan, termasuk Tata Cara dan Metode yang disusun berdasarkan konsensus semua pihak yang terkait, dengan memperhatikan syarat-syarat keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkunghan hidup, perkembangan iptek serta pengalaman, perkembangan masa kini dan masa yang akan datang, untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya (PP No.102 tahun 2000).
2. **Pedoman** adalah, acuan yang bersifat umum yang harus dijabarkan lebih lanjut dan dapat disesuaikan dengan karakteristik dan kemampuan daerah setempat (PP No.25 tahun 2000).

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

3. **Manual** adalah, acuan operasional yang penerapannya disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik setempat

SPM dikeluarkan oleh Institusi Pemerintah (Departemen PU, Perindustrian, Perhubungan dll) yang berlaku di lingkungan institusi tersebut. SPM masih berbentuk dokumen teknis tetapi dapat diusulkan menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga lingkup pemakainya lebih luas dan tidak menjadi milik Departemen lagi.

SNI adalah, dokumen yang berisikan ketentuan teknis, pedoman dan karakteristik kegiatan dan produk, yang disusun dan disepakati oleh pihak pemangku kepentingan dan ditetapkan oleh BSN, sebagai acuan yang berlaku secara nasional untuk membentuk keteraturan yang optimum dalam konteks keperluan tertentu.

Agar SNI dapat diterima secara luas oleh pemangku kepentingan maka, pengembangan SNI harus memenuhi sejumlah norma seperti,

- Terbuka bagi pemangku kepentingan yang berkeinginan untuk terlibat,
- Transparan agar pemangku kepentingan dapat dengan mudah memperoleh semua informasi yang berkaitan dengan pengembangan SNI,
- Tidak memihak dan konsensus agar mereka dapat menyalurkan kepentingannya dan diperlakukan secara adil,
- Efektif karena memperhatikan kebutuhan pasar dan peraturan perundang-undangan yang berlaku,
- Koheren dengan pengembangan standar internasional untuk memperlancar perdagangan internasional,
- Berdimensi pembangunan yakni memperhatikan kepentingan publik dan kepentingan nasional dalam meningkatkan daya saing perekonomian nasional.

Tahapan-tahapan dalam pengembangan SNI

a. ***Tahap 1***-Pemrograman

Rencana perumusan SNI diprogramkan oleh BSN yang diusulkan oleh Panitia Teknis selanjutnya disebut pantek, berdasarkan masukan dari berbagai pihak termasuk Masyarakat Standardisasi Indonesia (MASTAN) yang terdiri dari para ahli yang mewakili pemangku kepentingan seperti produsen, konsumen dan regulator, serta para ahli lain yang relevan atau pihak-pihak lain yang berkepentingan.

b. ***Tahap 2***-Perumusan Rancangan SNI (RSNI)

Rancangan RSNI yang telah diprogramkan ini akan dirumuskan oleh pantek terkait melalui proses sebagai berikut;

- Perumusan RSNI-1 oleh suatu kelompok kerja yang dibentuk oleh pantek,
- Rapat pantek untuk membahas dan menjaring masukan dan pandangan semua anggota pantek untuk dipergunakan oleh kelompok kerja memperbaiki rancangan SNI (RSNI-2),
- Rapat konsensus pantek untuk memutuskan apakah substansi RSNI-2 dapat disepakati berdasarkan suara terbanyak. Setelah dilakukan perbaikan editorial,

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

rancangan SNI tersebut (RSNI-3) siap di sampaikan ke BSN untuk jajag pendapat.

c. ***Tahap 3-***Jajak Pendapat RSNI

Pantek akan disebarluaskan oleh BSN ke pemangku kepentingan melalui organisasi MASTAN untuk jajag pendapat. Apabila mendapat dukungan dari sebagian besar pemangku kepentingan maka, setelah mengalami perbaikan non-substansial berdasarkan masukan yang diperoleh rancangan tersebut (RSNI-4) dapat memasuki tahap persetujuan. Sedangkan apabila sebagian besar dari pihak tersebut menyatakan keberatan, maka rancangan tersebut dikembalikan ke tahap 2. Apabila seluruh pemangku kepentingan (100%) menyatakan setuju, maka RSNI-3 tersebut dapat langsung menjadi RASNI dan ditetapkan oleh BSN menjadi SNI.

d. ***Tahap 4***-Persetujuan RSNI

RSNI-4 akan disebarluaskan melalui MASTAN untuk voting akhir. Apabila sebagian besar dari pemangku kepentingan menyatakan setuju, maka RSNI-4 tersebut dinyatakan "mencapai konsensus" menjadi RASNI dan dapat ditetapkan menjadi SNI oleh BSN. Apabila sebagian besar pihak tersebut menyatakan tidak setuju, maka rancangan tersebut dapat dikembalikan ke tahap 3 dan apabila tidak memerlukan perubahan substansial atau, ke tahap 2 apabila ternyata masih memerlukan perbaikan substansial.

e. ***Tahap 5***-Penetapan SNI

RASNI akan ditetapkan menjadi SNI yang berlaku di seluruh wilayah negara dan dipublikasi oleh BSN untuk dipergunakan seluas mungkin oleh pemangku kepentingan.

f. ***Tahap 6*** -Pemeliharaan SNI

Pada tahap ini penerapan SNI yang telah ditetapkan akan dipantau oleh BSN. Apabila banyak masukan yang menyatakan bahwa suatu SNI sukar diterapkan, maka BSN dapat meminta Panitia Teknis untuk melakukan kaji-ulang terhadap SNI tersebut. Demikian pula apabila SNI telah berumur 5 tahun, maka SNI tersebut akan secara otomatis dikaji-ulang oleh Panitia Teknis.

Hasil kaji-ulang dapat menyatakan sejumlah kemungkinan;

- SNI masih layak dipergunakan,
- SNI masih layak dipergunakan namun memerlukan amandemen untuk melengkapi informasi atau perbaikan tertentu,
- SNI perlu direvisi karena telah tidak layak dipergunakan namun masih diperlukan,
- SNI perlu diabolisi karena sudah tidak diperlukan. Proses penyusunan amandemen dan revisi dilaksanakan melalui 5 tahapan.

Sistem Penerapan SNI

Penerapan SNI pada dasarnya bersifat sukarela, artinya kegiatan dan produk yang tidak memenuhi ketentuan SNI tidak dilarang. Namun untuk keperluan melindungi kepentingan umum, keamanan negara, perkembangan ekonomi nasional, dan pelestarian fungsi lingkungan hidup, pemerintah dapat saja memberlakukan SNI tertentu

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

secara wajib. Pemberlakuan SNI wajib dilakukan melalui penerbitan regulasi teknis oleh Instansi Pemerintah yang memiliki kewenangan untuk meregulasi kegiatan dan peredaran produk (regulator).

Perkembangan Sampai Saat Ini

Sebelum BSN dibentuk kegiatan standardisasi telah lama dilaksanakan oleh berbagai Departemen secara sendiri-sendiri dengan norma dan tata-cara yang berbeda-beda, sehingga pada saat itu kita mengenal berbagai standar sektoral.

Pada tahun 1984 pemeritah membentuk Dewan Standardisasi Nasional (DSN) untuk melebur kegiatan standardisasi sektoral tersebut kedalam kegiatan standardisasi nasional. Pada tahun 1986 DSN berhasil membentuk kesepakatan dengan semua pihak terkait untuk mengembangkan SNI, dimana standar sektoral yang telah ada diadopsi menjadi SNI dan baru selesai pada tahun 1994.

Pada tahun 1992 melalui SK Menteri Negara Riset dan Teknologi/Ketua BPPT selaku Ketua DSN No.465/IV.2.06/HK.01/04/9/92, DSN juga berhasil membentuk KAN untuk mengkoordinasikan kegiatan akreditasi yang dilaksanakan oleh berbagai departemen & LPND. Di dalam perkembangannya, keperluan adanya lembaga yang secara khusus mengembangkan dan mengelola sistem standardisasi nasional semakin dirasakan karena keberadaan DSN tidak dapat lagi menangani hal tersebut secara efektif. Di dalam perkembangannya, keperluan adanya lembaga yang secara khusus mengembangkan dan mengelola sistem standardisasi nasional semakin dirasakan karena keberadaan DSN tidak dapat lagi menangani hal tersebut secara efektif. Oleh karena itu pada tahun 1997, berdasarkan pandangan DSN, pemerintah menerbitkan Keputusan Presiden No 13/1997 tanggal 26 Maret 1997 untuk membentuk BSN dan membubarkan DSN. Pada saat BSN dibentuk jumlah SNI telah mencapai lebih dari 4000 judul yang sebagian besar merupakan hasil peleburan standar sektoral yang dilakukan oleh DSN.

III. KEBERADAAN BAHAN ORGANIK UNTUK KONSTRUKSI SAAT INI

3.1 Kayu

Di dunia konstruksi, kayu merupakan bahan bangunan yang dominan digunakan terutama untuk konstruksi rangka yang bersifat struktur (rangka lantai, rangka dinding, rangka atap) dan yang bersifat non struktur (penutup lantai, penutup dinding, penutup langit-langit dan penutup atap).

Kebutuhan kayu yang sangat besar akibat pembangunan khususnya perumahan, industri kayu olahan (*plywood, hardboard*, dll) serta ekspor, mengakibatkan kayu dieksploitasi secara besar-besaran dengan pola tanpa tebang pilih. Akibatnya selain terjadi kerusakan hutan dan pencemaran lingkungan, ketersediaan kayu khususnya kayu konstruksi semakin berkurang. Dewasa ini untuk memperoleh jenis kayu yang umum digunakan untuk bangunan seperti, kamper, kruing, merbau, meranti, besi dll sudah mulai sulit dan kalaupun ada harganya sangat mahal.

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

Pemerintah telah melakukan usaha-usaha untuk mengurangi dampak kerusakan hutan sebagai penghasil kayu sebagai berikut;

- Memberlakukan larangan ekspor kayu bulat (log) dan bahan baku serpih (Keputusan bersama Departemen Kehutanan dan Departemen Perindustrian dan Perdagangan sejak tahun 2001),
- Departemen Kehutanan telah menurunkan jatah tebang tahunan (jumlah yang boleh ditebang oleh pengusaha hutan) menjadi 6,8 juta m^3 setahun (tahun 2003) dan akan diturunkan lagi menjadi 5,7 juta m^3 kubik setahun (tahun 2004),
- Pembentukan Badan Revitalisasi Industri Kehutanan (BRIK) yang bertugas untuk melakukan penyesuaian produksi industri kehutanan dengan ketersediaan bahan baku dari hutan,
- Berkomitmen untuk melakukan pemberantasan Illegal Logging dan juga melakukan rehabilitasi hutan melalui Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) yang diharapkan di tahun 2008 dapat menghutankan kembali areal seluas tiga juta hektar.

Sayangnya usaha-usaha tersebut di atas masih belum ada realisasinya karena;

- Hingga tahun 2002 ekspor kayu bulat masih dilakukan,
- Masih akan diberikan ijin pengusahaan hutan alam dan hutan tanaman seluas 900-an ribu hektar kepada pengusaha melalui pelelangan,
- Belum adanya perencanaan menyeluruh untuk memperbaiki kerusakan hutan melalui rehabilitasi,
- Belum disesuaikannya produksi industri dengan kemampuan penyediaan bahan baku kayu bagi industri olah hutan sehingga dapat mengakibatkan kegiatan penebangan hutan tanpa ijin akan terus berlangsung.
- Hal yang terpenting dan belum dilakukan pemerintah saat ini adalah, menutup industri perkayuan Indonesia yang memiliki banyak utang.
- Pembangunan hutan tanaman secara massal dan meluas pada tahun 1980 dan dilansir dalam bentuk hutan tanaman industri (HTI) sejak tahun 1984 kurang berhasil. Sasaran yang ingin dicapai dalam pengusahaan HTI tersebut adalah, menunjang pertumbuhan industri perkayuan sehingga dapat meningkatkan ekspor kayu olahan dan meningkatkan potensi kayu pada kawasan hutan produktif. Kenyataannya membuktikan bahwa, dari target luasan sebesar 7 Ha hanya terealisir 2 juta ha dengan kendala kesiapan dan pengetahuan teknis para pelaku dan hambatan non teknis padahal, jika HTI ini berhasil dapat mengurangi ketergantungan pada hutan alam.

Dengan kondisi seperti tersebut di atas maka, wajarlah jika keberadaan kayu konstruksi saat ini cukup kritis, terutama untuk memenuhi kebutuhan pembangunan perumahan yang diperuntukan bagi golongan menengah ke bawah.

3.2 Bambu

Bambu sudah dikenal oleh masyarakat sejak nenek moyang kita ada dan telah digunakan sebagai bahan untuk keperluan sehari-hari mulai dari makanan, peralatan

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

rumah tangga, musik, upacara keagamaan sampai pada bangunan rumah yang mereka tempati, sehingga di pedesaan sebagian besar masyarakatnya mempunyai rumpun bambu di pekarangannya.

Tanaman bambu Indonesia ditemukan di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian sekitar 300 m dari permukaan air laut dan umumnya tumbuh di tempat-tempat terbuka dan daerahnya bebas dari genangan air.

Bambu memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan. Selain itu bambu juga relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lain karena potensinya banyak dan mudah ditemukan di seluruh daerah di Indonesia.

Dari kurang lebih 1.000 species bambu dalam 80 genera, sekitar 200 species dari 20 genera ditemukan di Asia Tenggara (Dransfield dan Widjaja, 1995), sedangkan di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis.

Beberapa kelebihan bambu jika dipergunakan untuk komponen bangunan:

- Merupakan bahan yang dapat diperbarui (3-5 tahun sudah dapat ditebang),
- Murah harganya serta mudah pengerjaannya karena tidak memerlukan tenaga terdidik, cukup dengan peralatan sederhana pada kegiatan pembangunan.
- Mempunyai kekuatan tarik yang tinggi (beberapa jenis bambu melampaui kuat tarik baja mutu sedang), ringan, berbentuk pipa beruas sehingga cukup lentur untuk dimanfaatkan sebagai komponen bangunan rangka,
- Rumah dari bambu cukup nyaman ditempati,
- Masa konstruksi cukup singkat sehingga biaya konstruksi menjadi murah.

Kelemahannya adalah dalam penggunaannya kadang-kadang menemui beberapa keterbatasan. Sebagai bahan bangunan, faktor yang sangat mempengaruhi bambu adalah, sifat fisik bambu (bulat) yang agak menyulitkan dalam pengerjaannya secara mekanis, variasi dimensi dan panjang ruas yang tidak seragam serta mudah diserang oleh organisme perusak seperti bubuk, rayap dan jamur.

3.3 Limbah Organik Dari Industri

Bahan limbah organik dapat berupa limbah pabrik atau bahan alam seperti;

- Limbah Kayu merupakan hasil atau limbah penggergajian kayu yang dapat berupa serbuk gergaji, sisa potongan, kulit kayu dll,
- Limbah Agro Industri (Sawit) merupakan limbah dari pengolahan minyak sawit (CPO) berupa TKKS (tandan kosong kelapa sawit), sekam padi dll,
- Serat Alam yang berupa serat dari alang-alang, nenas, tebu dll.

Limbah tersebut di atas apabila akan dimanfaatkan masih harus memerlukan proses pengolahan terlebih dahulu menjadi bentuk panel, batang dll, karena bahan tersebut masih merupakan bahan baku dan masih perlu diproses untuk mmenjadi bahan jadi dengan menggunakan bahan tambahan seperti, perekat resin atau semen.

IV. MENGAPA BAMBU DIPILIH UNTUK DISTANDARKAN

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

4.1 Beberapa Alasan yang Menjadi Pertimbangan

a. Penggunaan bambu sangat luas untuk berbagai macam tujuan karena bambu memiliki keunggulan sebagai bahan bangunan,
b. Bambu merupakan salah satu material yang sangat potensial untuk pemenuhan kebutuhan perumahan,
c. Bambu sebagai bahan bangunan telah diakui masyarakat dunia dengan terbitnya standard internasional (ISO),
d. Perlunya adopsi/adaptasi standard ISO tentang konstruksi bambu untuk diterapkan di Indonesia, tentunya dengan penyesuaian pada kndisi setempat .

4.2 Perkembangan Teknologi Rumah Bambu Dalam Dunia Konstruksi

Pada era sebelum tahun 1980 bambu digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan umum seperti, jembatan, tiang, dinding penahan tanah (*bearing wall*) dan bangunan rumah tradisional, baik di pedesaan maupun di perkotaan dalam bentuk batangan (bulat), bilah dan anyaman. Sistem sambungannya tradusional dengan menggunakan tali ijuk, pasak dan paku. Cara pengawetannya masih dilakukan dengan cara perendaman di kolam atau sungai sehingga memerlukan waktu lama.

Pada era pendudukan Belanda dan Jepang, teknologi Barat mulai diperkenalkan sehingga, pasangan tembok mulai dipakai khususnya pada komponen dinding penutup, dimana adanya penggabungan antara adukan sebagai plesteran dengan bambu anyam sebagai tulangannya. Sistem ini banyak dijumpai pada rumah-rumah jabatan serta kantor baik di perkebunan maupun di kantor-kantor perkotaan dan kenyataannya sampai sekarang rumah-rumah tersebut masih dapat kita temui di perkebunan-perkebunan bahkan di kota dalam kondisi masih baik.

Pada era sesudah 1980 perkembangan teknologi bambu mulai berkembang sehingga banyak produksi bahan komponen bangunan dari bambu seperti, panel bambu dengan perekat resin (lem) dan panel berbasis semen (*bamboo cement board*). Selain bahan olahan tersebut di atas bambu juga sudah mulai diproduk seperti layaknya kayu misalnya, bambu laminasi, balok bambu, lantai parkit bambu, papan bambu sebagai bahan dasar furnitur dan lantai.

Perkembangan teknologi sudah demikian maju sehingga segala kelemahan bambu sudah dapat direkayasa dan diatasi mulai dari konstruksi, sambungan dengan berbagai jenis konektor serta bentuk, yang memungkinkan bambu dipakai pada panjang efektif sesuai dengan desain yang diinginkan tetapi memenuhi persyaratan teknis. Keterbatasan bambu untuk dipakai pada bangunan-bangunan khusus yang mempunyai tingkat kesulitan tinggi sudah dapat diatasi bahkan di beberapa negara maju, bambu sudah dipakai sebagai bahan untuk bangunan penting seperti villa, tribun stadion, kantor bertingkat, jembatan dengan bentang lebar, dll.

Teknologi pengawetan tradisional yang tadinya menggunakan metode perendaman, pemulasan dan pengasapan, sudah mulai berkembang dengan cara modern seperti, metode Bucherie cara grafitasi atau vertikal, tekanan udara (*vacuum pressure*) yang mempercepat proses pengawetan. Begitu pula sistem pengeringan

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

dengan menggunakan pengeringan di ruangan, sudah memudahkan kita untuk mendapatkan bambu yang memenuhi syarat kekeringan sesuai yang diyaratkan untuk dipakai pada konstruksi bangunan. Saat ini untuk mendapatkan bambu dengan keawetan yang tinggi sudah mudah diperoleh bahkan dapat dilakukan oleh kita sendiri.

4.3 Mengapa Sampai Saat Ini Bambu Masih Belum Mendapat Perhatian

Masalah mendasar yang menjadi penyebab adalah:

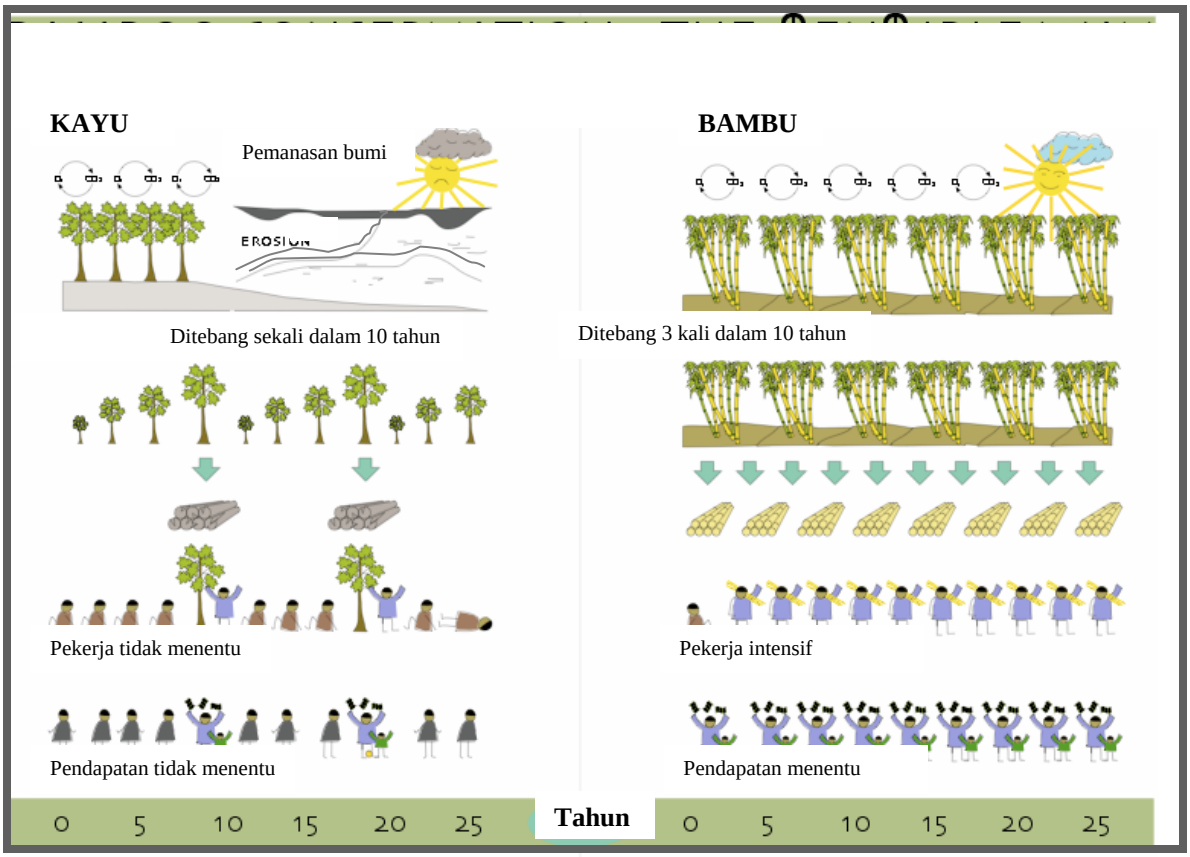
a. Belum hilangnya konotasi masyarakat bahwa bambu dikenal sebagai bahan bangunan untuk orang miskin karena bentuk rumah sangat sederhana,
b. Hampir tidak ada fasilitas kredit dari perbankan, karena kurang yakinnya pihak perbankan,
c. Belum ada standar nasional bambu,
d. Sampai saat ini teknologi untuk membangun serta menambah umur pakai bambu masih dilakukan dengan cara tradisional seperti yang pernah dilakukan oleh para nenek moyang kita dahulu sehingga kualitasnya masih rendah.

Keuntungan pengembangan bambu dibandingkan dengan kayu:

a. Sesuai dengan sifatnya maka akar bambu sangat solit sehingga dapat mencegah erosi jika ditanam pada daerah lereng (tepi sungai atau jurang).
b. Bambu dapat dipanen 3 (tiga) kali dalam sepuluh tahun dibandingkan dengan kayu yang hanya satu kali sehingga dapat bekerja sepanjang tahun dengan penghasilan tetap baik di perkebunan bambu atau pada pengrajin bambu.

Di halaman berikut digambarkan ilustrasi mengenai keuntungan budidaya bambu dibandingkan dengan kayu jika dibudidayakan secara profesional, mulai dari pola tanam, cara menebang serta penggunaan tenaga kerja selama proses tersebut berlangsung. Dengan musim panen bambu yang lebih cepat dari kayu maka, kerusakan hutan dapat dikurangi serta mutu kayu hutan akan lebih baik karena ada bahan lain sejenis yang dapat menggantikan fungsinya.

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development



Gambar 1 Keuntungan Pengusaha Bambu Dibandingkan Dengan Kayu

1.4 Pembuatan Standar Bambu Internasional

- INBAR (*International Network on Bamboo and Rattan*) telah menyiapkan dan mengirimkan konsep Standard International ini mulai tahun 1988.
- Standar ini merupakan standar internasional pertama mengenai bambu, namun demikian standar ini tidak melarang atau menggantikan dokumen /standar lainnya baik secara keseluruhan maupun bagian.
- Naskah standar ini telah disiapkan dan didistribusikan untuk diskusi internal di INBAR pada tahun 1998 terutama pada kelompok spesialis yang secara sukarela meluangkan waktu dan kepakarannya untuk mengusulkan perbaikan untuk penyempurnaan.
- Pertemuan pertama antar anggota kelompok kerja dilaksanakan di San José, Costa Rica pada tanggal 30-31 October 1998.
- Anggotanya adalah: N.S. Adkoli, K. Ghavami, R. Gnanaharan, H.N.S. Jagadeesh, J.J.A. Janssen, K.S. Pruthi, I.V. Ramanuja Rao, D. Sands, J.O. Siopongco, K. Stochlia, and D. Tingley.
- Konsep standarddidiskusikan pada pertemuan ISO-TC 165 (*Technical Committee on Timber Structures*) pada September 1999 di Harbin, China.
- Pada Oktober 1999 diadakan pertemuan di FPRDI, Los Baños, Philippines, yg dihadiri wakil dari *National Standard Institutes of* Bangladesh, China, Colombia,

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

Ecuador, Ethiopia, India, Indonesia, Nepal, Philippines, Tanzania, Thailand, and Vietnam.

- Keluaran dari pertemuan ini adalah pentingnya penyempurnaan dari teks standar dan kesepakatan umum untuk mengirimkan konsep naskah ke ISO sesuai prosedur formal.
- Selain INBAR, CIB (committee W 18 B) memiliki kontribusi yang tinggi karena turut serta dalam penyiapan pembahasan dokumen selama pertemuan W 18 B (Singapore 1987 dan Kuala Lumpur 1992)

1.5 Model Standar

1.5.1 ISO 22156 (2004) *Bamboo–Design structure*

Ruang lingkup standar ini adalah:

- Struktur bangunan dari bambu dalam bentuk bulat, bambu bilah, bambu laminasi atau bambu menggunakan sambungan perekat dan sambungan mekanik,
- Standar berdasarkan limit *state design* dan desain penampilan struktur,
- Standar hanya dikaitkan dengan ketahanan mekanik, pemanfaatan dan keawetan struktur tetapi konstruksi yang menggunakan struktur komposit boleh dipertimbangkan untuk ditambahkan pada standar ini bila diperlukan,
- Pelaksanaan konstruksi di lapangan pekerjaan, pembuatan komponen di pabrik dan pemasangan konstruksi dalam rangka menjaga kualitas produk serta keamanan pekerja.

1.5.2 ISO 22157-1: 2004 (E) *Bamboo-Determination of Physical and Mechanical Properties-Part 1: Requirements and Part 2: Laboratory Manual*

Ruang lingkup standar standar adalah:

- Part 1 merupakan metode pengujian untuk mengevaluasi karakteristik pada sifat fisis dan mekanis bambu seperti: kadar air, kerapatan, penyusutan, tekan, lentur, geser dan tarik.
- Part 2 merupakan laporan teknis (*technical report*) yg menyediakan petunjuk informasi bagi staf laboratorium tentang bagaimana mengerjakan pengujian sesuai part 1.
- Standar ini mencakup pengujian pada spesimen bambu untuk mendapatkan data, sehingga dapat digunakan utk menentukan karakteristik kekuatan bahan sampai mendapatkan tegangan ijin.
- Data tersebut dapat digunakan untuk mencari hubungan antara sifat mekanis dan faktor lain seperti kadar air, kerapatan, tempat tumbuh, posisi sepanjang buluh, keberadaan buku (node) dan ruas (internode), dll yang berfungsi sebagai pengendali kualitas.

Di dalam standar itu tercantum keawetan bahan dan cara pengawetannya yang mempertimbangkan, umur pakai bambu, penggunaan pada struktur, kriteria bentuk yang diperlukan, penyesusaian dengan lingkungan sekitar, komposisi, sifat serta bentuk

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

bahan, bentuk komponen dan detail konstruksi, kualitas pekerja dan tingkat keahlian, cara pengukuran serta cara perawatan selama bangunan konstruksi berdiri.
Standar ini disesuaikan dengan kebutuhan seperti:

- Struktur direncanakan dan dilaksanakan dengan menekankan pada, kemungkinan diterima masyarakat, diharapkan dapat murah tetapi aman serta memenuhi tingkat keamanan yang baik selama masa pelaksanaan pekerjaan serta memenuhi persyaratan keawetan sehingga murah perawatannya.
- Konsep desain dan alternatif desain berdasarkan perhitungan analisis, pengalaman dan laporan evaluasi.
- Desain struktur meliputi, batas yang diijinkan, sifat fisis dan mekanis bahan, desain kekuatan tarik, tekan dll, tegangan yang diijinkan serta kebisingan.
- Sambungan antara komponen berdasarkan perhitungan analisis, dilengkapi dengan sambungan alternatif dengan kemampuan dalam menahan beban serta prinsip desain alternatif. Di samping itu cara pengujian, hasil uji serta petunjuk desain praktis.

V. MODEL STANDAR BAMBU YANG DIINGINKAN

Model standar bambu dapat dibuat dalam berbagai bentuk sesuai dengan kewenangan dan skala prioritas. Konsep standar dipersiapkan dan dibuat di Departemen Pekerjaan Umum, dalam hal ini Puslitbang Permukiman sebelum dijadikan Standar Nasional Indonesia (SNI). Beberapa referensi yang sudah ada yang diterbitkan oleh Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), kalangan Perguruan Tinggi, Institusi Pemerintah terkait serta masyarakat, dapat dijadikan acuan selama relevan dengan konteksnya.

Sebagai langkah awal, Puslitbang telah menyelenggarakan workshop mengenai kemungkinan ***bambu sebagai bahan konstruksi pengganti kayu*** untuk distandarkan, dengan mengundang pakar-pakar yang ahli dalam masalah perbambuan dari, Universitas Gajah Mada (Prof. Morisco), Institut Pertanian Bogor (Dr. Naresworo), Prosea (Dr. Elizabeth Wijaya), LIPI (Dr. Bambang Subiyanto), Puslitbang Permukiman (Dr. Anita dan Purwito).
Hasil dari workshop ini akan diangkat dalam forum lebih tinggi dengan para penentu kebijakan di Departemen Pekerjaan Umum serta para ahli lain yang telah menulis karyanya di media massa.
Standar yang baik harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. Melindungi pemakai dari kerugian uang dan meningkatkan mutu produk,
b. Melindungi lingkungan dari sampah atau segala polusi sesuai dengan batas yang diharuskan,
c. Keselamatan pekerja seperti, kesehatan, keamanan dan tidak menggunakan tenaga kerja anak-anak,
d. Keselamatan penghuni dan konstruksi jika terjadi bencana seperti, gempa, angin, banjir dll,

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

e. Mengurangi biaya produksi tetapi produk masih memenuhi persyaratan teknis yang berlaku dan dapat bersaing dengan produk lain yang sejenis.

Standar kurang dapat dimanfaatkan apabila:

a. Impor atau mengutip dari standar luar dan tidak diadaptasikan dengan kondisi di Indonesia,
b. Tidak sejalan dengan tradisi lokal,
c. Menambah biaya (produk menjadi mahal),
d. Hanya memenuhi kebutuhan golongan atas,
e. Prioritas dalam membuat produk dari masyarakat berbeda,
f. Standar yang meng-adop (impor) dari luar tidak dapat digunakan di dalam negeri,
g. Standar sering diartikan birokrasi.

Beberapa Standar dan Petunjuk Teknis yang sudah ada yang dapat dipakai sebagai pelengkap dan rujukan, antara lain:

a. ISO 22156 (2004) Bamboo–Desain struktur dan ISO 22157-1: 2004 (E) *Bamboo - Determination of physical and mechanical properties-Part 1: Requirements and Part 2*: *Laboratory manual* dapat dipakai sebagai rujukan atau dipakai sebagai penunjang untuk melengkapi standar bambu yang akan dibuat terutama yang kaitannya dengan kualitas bahan. Mengingat jenis bambu yang dipakai sebagai model adalah bambu Gua dua (monophodial) yang hanya tumbuh di negara berempat musim maka perlu dilakukan adaptasi dengan jenis bambu (symphodial) yang ada di Indonesia walaupun cara uji tidak berbeda.
b. Petunjuk Teknis Pembuatan Rumah Bambu Plester (Puslitbang Permukiman-masih draft),
c. Teknologi Pemanfaatan Bambu untuk rumah (Heinz Flix),
d. Pengawetan bambu vertikal (Yayasan Bambu Indonesia),
e. *Manual de Construction con Bambu–Universidad Nacional de Colombia, Centro de investigacion de bamboo*. Hidalgo. (Colombia),
f. *Bamboo Housing* (Strada England),
g. Petunjuk Teknis Pengawetan Bambu cara rendaman (Puslitbang Permukiman),
h. Rumah Bambu Tahan Gempa (Humanitarian Bamboo–masih draft).

VI. PENERAPAN STANDAR BAMBU UNTUK KONSTRUKSI BANGUNAN

Penerapan standar bambu untuk konstruksi bangunan dilakukan sebagai berikut:

a. Berlaku untuk semua wilayah Indonesia,
b. Bersifat sukarela,
c. Dalam hal berkaitan dengan keselamatan, keamanan, kesehatan, pelstarian fungsi lingkungan hidup dan/atau pertimbangan ekonomi atau tercantum dalam dokumen kontrak dapat diberlakukan wajib oleh instansi yang terkait,
d. Tata cara pemberlakuan SNI wajib diatur dengan keputusan Pimpinan Instansi teknis terkait,
e. Penerapan SNI dilakukan melalui kegiatan sertifikasi dan akreditasi,

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

f. Sertfikasi diberikan oleh lembaga sertifikasi/lembaga inspeksi/lembaga pelatihan/laboratorium yang diakeditasi Komite Akreditasi Nasional (KAN).

VII. BEBERAPA JUDUL YANG DAPAT DIANGKAT

a. Petunjuk Teknis Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Konstruksi Bangunan

Materi dari standar adalah, jenis bambu yang dapat dipakai, perlakuan yang diperlukan, teknik memotong, teknik menyambung, model dan bahan untuk sambungan, peralatan untuk bekerja, teknik penyambungan pada konstruksi, ketahanan terhadap api, pemeliharaan dll.

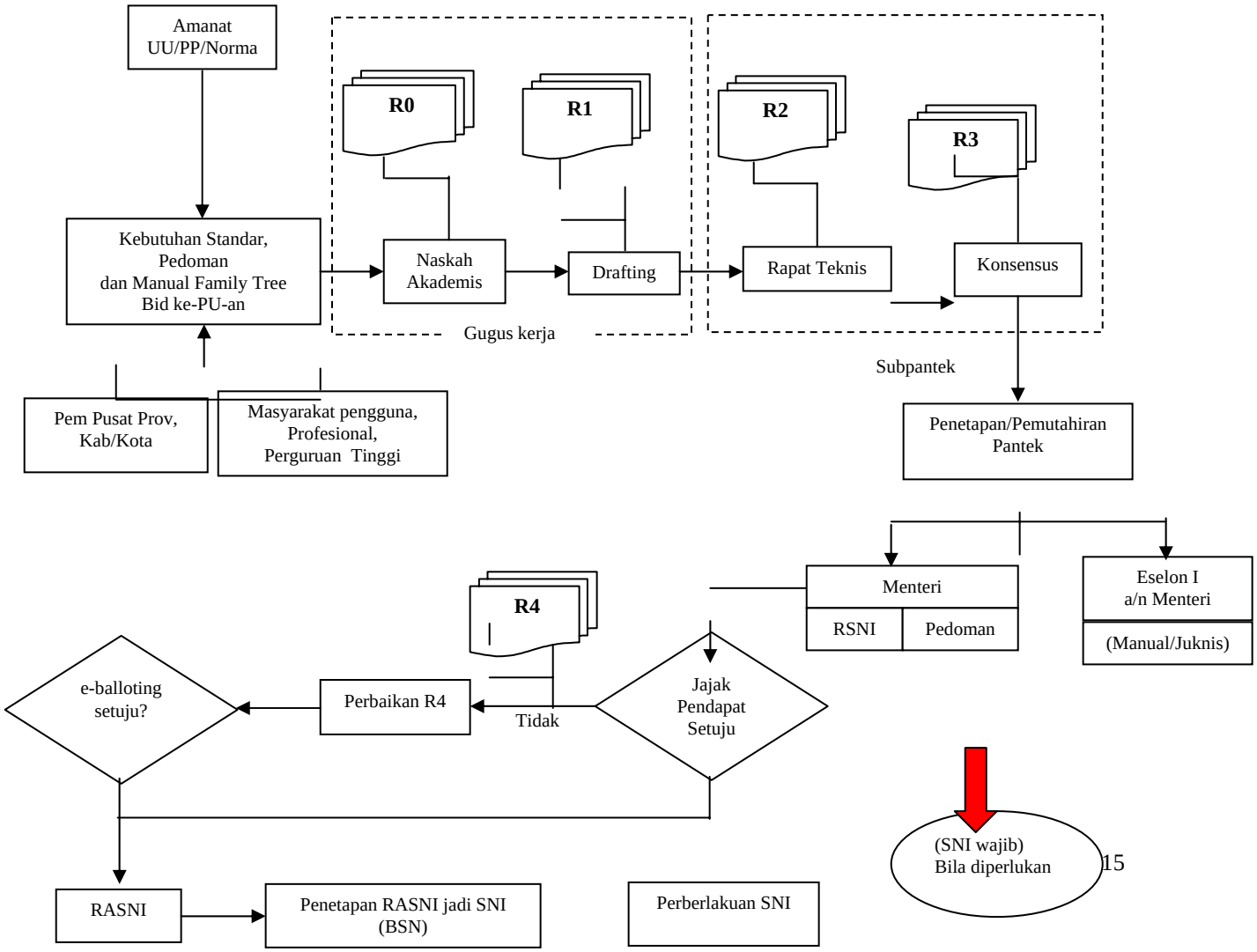
b. Petunjuk Teknis Pengawetan dan Pengeringan Bambu

Materi dari standar adalah, jenis bahan pengawet, jenis peralatan yang dipakai, sistem pengawetan, waktu pengawetan dan pengeringan, keselamatan kerja dll.

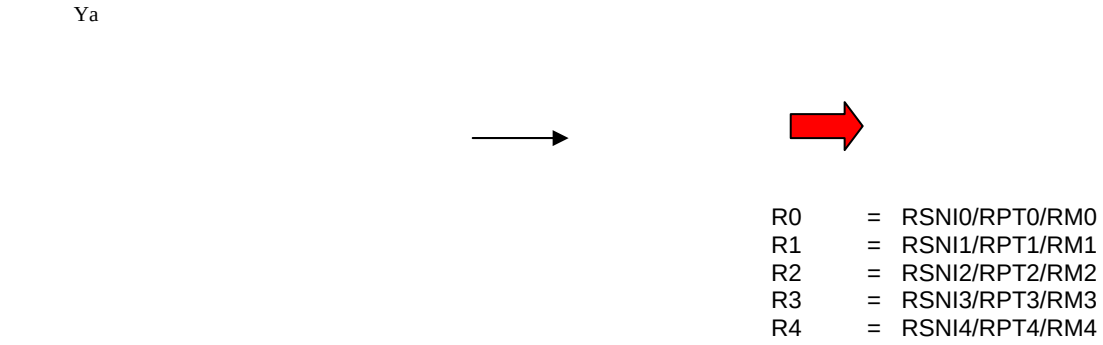
c. Petunjuk Teknis Pembudidayaan Bambu

Materi dari standar adalah, pemilihan benih/jenis bambu, penyemaian, penanaman, pemeliharaan, pemanenan dll.

Cara pelaksanaan pembuatan standar hampir sama dengan yang dilakukan di BSN, hanya lingkup kegiatannya masih terbatas di lingkungan Puslitbang Permukiman.



Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development



Gambar 2 Langkah-langkah Pembuatan Standar Di Puslitbang Pemukiman

Catatan;
- Rapat teknis (R2) dan rapat konsensus (R3) wajib melibatkan Subpanitia Teknis (Bagian Hukum Satmnkal). Dalam masa peralihan bagi kegiatan yang sudah terlanjur diselesaikan, tetap wajib diklarifikasikan dengan Subpanitia Teknis sebelum ditetapkan dalam rapat Panitia Teknis.
- Penetapan oleh Panitia Teknis bagi semua produk yang akan diundangkan dengan Peraturan Menteri.

→ Pemberlakuan didukung dengan surat edaran

Bila perlu dilakukan SNI wajib harus didukung dengan Peraturan Menteri
Perbaikan materi ke Subpantek redaksional Pantek

VIII. KEUNTUNGAN ADANYA STANDAR BAMBU

a. Merangsang para perencana bangunan untuk menggunakan bambu karena, mereka menjadi mengetahui sistem/cara penggunaannya sehingga mendukung desain bangunannya.
b. Dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kualitas konstruksi bambu yang dalam kontrak pekerjaannya menggunakan bambu sebagai bahannya.
c. Dapat menjaga kualitas produk (*quality control*).
d. Menaikan nilai tambah bambu karena dapat disejajarkan dengan bahan lain yang sejenis

IX. KESIMPULAN

a. Keberadaan kayu konstruksi yang semakin langka memberikan peluang sangat besar pada bambu untuk menjadi bahan penggantinya.
b. Diperlukan database tentang sifat fisis dan mekanis bambu Indonesia dan kajian terhadap konstruksi struktur bambu di Indonesia oleh karena itu, sudah waktunya bambu distandarkan sesuai dengan peruntukannya, dalam rangka menggalakkan potensi lokal secara maksimal dan memberikan peluang pada petani serta

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development

pengrajin untuk mendapatkan keuntungan dari potensi bambu yang cukup berlimpah.

c. Standar yang sudah ada khususnya ISO 22157 (2004) telah mengakomodasi cara menentukan sifat fisis dan mekanis bambu yang berlaku untuk daerah tropis begitu pula ISO 22156 tentang desain struktural pada bambu masih bersifat umum.

d. Jika merujuk pada standar yang sudah ada harus diadaptasikan dengan beberapa persyaratan yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia yg mencakup kekuatan (strength), masa pakai (*serviceability*) dan ketahanan (*durability*).

e. Konsep standar hasil pertemuan di Puskim perlu ditindaklanjuti dan disempurnakan sehingga dapat diajukan ke forum lebih tinggi untuk tercapainya pembuatan standar bambu.

X. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 1978. *Bamboo in construction (an Introduction), Trada Technology Network Bamboo and Rattan (India), Department for International Development*, UK
2. Anonim. *Manual de Construccion con Bambu–Universidad Nacional de Columbia*. *Centro de Investigation de Bambu* (Columbia)
3. Boughton, G.N.1989b. *Standardization of Connections for Use Bamboo*. *Paper presented at the CIB-W18B meeting at* Seatle, USA
4. ISO 22156 (2004) *Bamboo–Structure Design and ISO 22157-1: 2004 (E) Bamboo-Determination of physical and mechanical properties-Part* 1: *Requirements and Part 2: Laboratory manual*. INBAR-2004
5. Morisco. 1996. Bambu sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Ilmu Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM
6. Sulthoni A. 1983, *Petunjuk Ilmiah Pengawetan Bambu Tradisional dengan perendaman Dalam Air, International Development Research Center* Ottawa, Canada

Yance I.M dan I Ketut.N.P. 1997. Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan, Yayasan Prosea Bogor, Pusat Diklat Pegawai & SDM Kehutanan, Bogor

Copyright @ Puslitbang BSN, salinan artikel ini dibuat oleh Puslitbang untuk kegiatan penelitian, pendidikan, dan pengembangan standar
Copyright @ R&D of BSN, this copy issued by R&D for research, education and standard development